

А.Я. Швецов, Е.А. Горлов

**Природные
условия
Алтайского края**

А.Я. Швецов, Е.А. Горлов

**Природные
условия
Алтайского края**

Барнаул – 2021 г.

ББК

Швецов А. Я. Природные условия Алтайского края / Барнаул: Изд-во «Новый формат», 2021 г. – 178 с.

ISBN

В монографии рассматриваются природные условия территории Алтайского края: климат, гидрология, геоморфология и рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, полезные ископаемые. Описываются ландшафты, почвы, растительный и животный мир, радиационная обстановка территории. Дается оценка сложности природных условий. Рассматриваются опасные природные и антропогенные процессы, тенденции и прогноз их развития, а также их воздействие на природные условия края.

Монография адресована широкому кругу читателей.

ISBN

© Швецов А. Я., Е.А. Горлов, 2021

© Общество с ограниченной ответственностью

«Алтайский трест инженерно-строительных изысканий», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие.....	4
1. Общие сведения об Алтайском крае	5
2. Географическое положение Алтайского края. Границы и территория.....	26 27
3. Геоморфология и рельеф.....	30
4. Климат.....	33
5. Гидрология (поверхностные воды).....	55
6. Ландшафты.....	73
7. Почвы.....	78
8. Растительный мир.....	85
9. Животный мир.....	94
10. Геологическое строение.....	101
11. Инженерно-геологические условия.....	111
12. Опасные природные и антропогенные процессы.....	124
13. Просадочность лёссовых грунтов.....	127
14. Подтопление территорий.....	131
15. Оползнеобразование.....	137
16. Суффозия.....	146
17. Оврагообразование.....	148
18. Плоскостная эрозия.....	153
19. Морозное пучение грунтов.....	154
20. Затопление территорий (наводнения).....	156
21. Русловые процессы.....	158
22. Размыв и переработка берегов.....	163
23. Землетрясения.....	
24. Воздействие деятельности человека на опасные природные процессы.....	164
25. Основные тенденции и прогноз развития опасных природных и антропогенных процессов.....	168
26. Гидрогеологические условия (подземные воды).....	170
27. Минеральные ресурсы.....	178
28. Сейсмичность территории края. Землетрясения.....	187
29. Радиационное состояние территории.....	192
30. Влияние природных условий на развитие экономики Алтайского края.....	197
30. Яркие и знаменательные события, факты и явления природных условий края.....	203
Литература.....	
Фондовые и архивные материалы.....	
Об авторах.....	

Предисловие

Монография имеет научно-популярный профиль.

Природные условия – это совокупность природных факторов: географического положения территории, природных ресурсов, живой и неживой природы и других компонентов географической среды, существующих вне зависимости от деятельности человека.

Всего насчитывается порядка 30 компонентов природной среды. Наиболее значимые из них: географическое положение территории, геоморфология и рельеф, гидрология (поверхностные воды), климат, ландшафты, растительный мир, животный мир, почвы, воздушная среда, геологическое строение, гидрогеологические условия (подземные воды), минеральные ресурсы (полезные ископаемые), опасные природные процессы (затопление территорий, русловые процессы и размыв берегов, плоскостной смыв, оврагообразование, оползнеобразование, повышение уровня грунтовых вод и подтопление территорий, фундаментов, подвалов, повышенная сейсмичность, просадочность и пучение грунтов, радиологическое состояние территории.

Природные условия во многом определяют жизнедеятельность края и жизнь его населения, влияют на хозяйственную деятельность человека.

Хорошие природные условия способствуют развитию экономики (промышленности, строительства, сельского хозяйства), повышают комфортность жизни населения.

Примеры благоприятных природных условий края:

– климат Алтайского края является самым теплым на территориях восточнее Урала;

- широкое развитие степей с черноземными почвами, являющихся одними из лучших почв в мире, что дает возможность получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур,

- значительные площади в крае заняты лесом, позволяющие развивать деревообрабатывающую промышленность;

-большие запасы полезных ископаемых – залог поднятия промышленности края на новые рубежи;

-большое количество рек дают возможность развивать гидроэнергетику края.

Плохие природные условия (к примеру, опасные природные процессы) осложняют жизнедеятельность (вплоть до того, что вызывают жертвы), заставляют тратить большие средства на профилактику защиты от этих процессов и ликвидацию последствий.

Так, частые затопления пойменных территорий приносят бедствия жителям. Оползни сносят дома, садовые участки, из-за них за последние 47 лет погибли 19 человек. Повышенная сейсмичность обуславливает деформации сооружений. Повышение уровня грунтовых вод вызывают просадку грунтов, затрудняют строительство и эксплуатацию зданий. Просадка лёссовых грунтов вызывает напряжения конструкций зданий, что обуславливает их

деформации, приводя в аварийное состояние, вплоть до разрушения. Дефляция и размыв разрушают почвы, ухудшают их свойства.

Книга предназначена для тех, кому важно знать природные условия края: -руководству края, городов и районов, комитетам, ведающим промышленностью, строительством, и другим службам для учета и своевременного реагирования на проявления опасных природных процессов, в том числе затоплений территорий, подтоплений фундаментов, схода оползней и др.;

-службе МЧС для ликвидации неблагоприятных последствий проявлений опасных природных процессов.

Изыскатели согласно СП 47.13330.2012 п. 5.6 и 6.7.1 обязаны в свои отчеты об изысканиях для проектных организаций включать раздел «Физико-географические условия территории объекта».

Проектировщикам надо знать природные условия для расчета конструкций зданий и сооружений – в частности, нужны климатические параметры, точные данные по геологическому строению, гидрогеологическим условиям и физико-механическим свойствам грунтов для назначения и расчета фундаментов проектируемых зданий и сооружений, расчета стен зданий, крыш и др.

Строителям, работникам дорожной и коммунальной служб необходимы сведения об уровне подземных вод, о составе грунтов, глубине их замерзания, коррозионной агрессивности грунтов и грунтовых вод к трубопроводам и др.

Учителям школ (географам) книга послужит в качестве пособия для проведения занятий по природным условиям.

Школьниками книга может быть использована в качестве учебного пособия.

В сущности, каждому человеку важно знать природные условия, при которых он живет.

Книга адресована широкому кругу читателей.

1. Общие сведения об Алтайском крае

Алтайский край находится в юго-восточной части Западной Сибири. Является субъектом Российской Федерации, входит в состав Сибирского Федерального округа. Образован 28 сентября 1937 г.

Административный центр его – город Барнаул. Площадь края 168 тыс. км², население 2297 тыс. человек (на 01.01.2021 г.).

1.1. История освоения территории края и его развития

В XVIII в. территория края входила в состав Джунгарского (по старорусским документам Зюнгарского) ханства воинственных племен ойратов, которое в то время считалось одним из самых могущественных государств центральной Азии.

В начале XVIII в. происходила экспансия русских на земли Джунгарии.

Для присоединения к России Верхнего Приобья император Петр I решил построить на этой территории ряд острогов (крепостей).

По от указу от 29 февраля 1708 г. при слиянии рек Катунь и Бии (где они образуют реку Обь) в 1709 г. был построен Бикатунский острог. При крепости в качестве гарнизона находилось 100 служилых людей. Летом 1710 г. джунгарское войско напало на острог и сожгла его. Оставшиеся в живых защитники были пленены.

Но продвижение русских не прекратилось. В 1713 г. в Верхнем Приобье был построен Чаусский острог, в 1716 г. Бердский, в 1717 г. Белоярский острог. В 1718 г. была возведена Бийская крепость на р. Бии в одной версте выше сожженного Бикатунского острога.

Сооружение этих крепостей фактически закрепляло за Россией правобережье Верхнего Приобья. В крепостях жили казаки. Близ острогов возникали деревни, заселяемые вольными крестьянами, занимавшимися хлебопашеством и скотоводством.

Примерно в это же время были предприняты усилия для включения в состав России территории между Обью и Иртышом..

В 1713 г. губернатор Сибири Матвей Петрович Гагарин обратился к императору Петру I с проектом строительства ряда крепостей от Тобольска вдоль Иртыша (выше по течению) для колонизации степного Обь-Иртышского междуречья.

По распоряжению Петра I осенью 1715 г. отряд подполковника И.Д. Бухгольца двинулся из Тобольска вверх по Иртышу и подошел к Ямышевскому озеру, где произошло неудачное сражение с ойротами, которые осадили русский отряд.

Весной 1716 г. остатки отряда (700 человек) вышли из укрепления и пошли назад к Тобольску. На обратном пути в устье р. Оми отрядом была сооружена Омская крепость (1716 г.).

В 1717 г. отряд подполковник П. Ступина возвел на Иртыше Ямышевскую крепость, а отряд казаков построил Железинскую (Железенскую) крепость.

В 1718 г. отряд В. Чередова построил Семипалатинскую крепость. В том же году сооружен Долонский форпост.

В 1720 г. была построена Усть-Каменогорская (Усть-Каменная) крепость. Она явилась конечным юго-восточным пунктом Иртышской защитной линии, протянувшейся от этой крепости до Омска.

Все эти крепости были возведены на правом берегу Иртыша.

В результате южные границы России в Сибири сдвинулись на юг на 300-600 км до Иртыша. В состав территории страны вошли степи с богатейшими черноземными почвами.

Присоединение к России Обь-Иртышского междуречья и правобережной части Верхнего Приобья в дальнейшем позволило создать и развивать на Алтае горнопромышленный комплекс, добывать так нужное для страны серебро.

Новая напряженность в отношениях России и Джунгарии возникла в 40-х годах XVIII в. Был сожжен Чагирский (Чагырский) рудник, участились стычки ойратов и русских. В 1747 г. по указу Сената было начато строительство Колывано-Кузнецкой защитной линии в восточной части территории Колывановоскресенского горного округа, продолжавшееся до 1768 г. для защиты от нападения кочевников и китайцев.

В ней было три крепости (Бийская, Катунская, Ануйская), 4 станции, 10 редутов, 14 маяков и два полумаяка.

В середине XVIII в. эта линия обозначала восточную границу России на Алтае. Она проходила от Усть-Каменогорска через Колывань и Бийск на Кузнецк.

В 1745 г. хунтайджи (правитель) Джунгарии Галдан-Цэрэн умер. В стране возникли распри из-за наследства, ослабившие Джунгарское государство. В 1755 г. китайские войска вторглись на земли ойратов, и Джунгария прекратила свое существование.

После уничтожения Джунгарии Китай как победитель стал претендовать на земли Джунгарии, в том числе на Горный Алтай и предальтайские степи, а также и на алтайские рудники и заводы.

Восточными соседями России на Алтае были племена алтайцев, которые испытывали давление и притеснения со стороны Китая. Особенно они усилились в 1753-1754 г.г., когда начались набеги китайских отрядов.

Летом 1755 года китайские войска заняли в Горном Алтае обширную территорию. Цинская империя стала призывать алтайских зайсанов принять китайское подданство. Но основная часть зайсанов решила добровольно войти в состав России.

В сентябре 1755 г. 15 алтайских зайсанов обратились к императрице Елизавете Петровне с просьбой принять их с подвластными им людьми в российское подданство. Указом от 2 мая 1756 г. она дает разрешение сибирской администрации начать прием алтайцев в сибирское подданство.

19 июля 1756 г. зайсаны отправили письмо императрице о том, что «вступили в подданство со всеми нашими улусы, с женами и детьми в вечные роды». Часть алтайцев по разрешению правительства России откочевало в Калмыкию, Ставрополь, Оренбург; часть осталась на Алтае.

Так Горный Алтай фактически вошел в состав России.

Первыми рудоискателями на Алтае можно считать крестьян из д. Костылевой по р. Ишиму Томского уезда Степана Костылева, его сына Якова, а также Федора Комара, Леонтия и Макара Останиных и «казачьего сына» Михаила Волкова, которым в 1719 г. удалось найти в алтайских предгорьях по выработкам «чуди» 6 рудопроявлений медных руд [4]. В 1719 г. Степан Костылев и Федор Комар отправились в Москву, где обратились к новому сибирскому губернатору князю А. М. Черкасскому. Тот передал предоставленные ему образцы руд командиру над уральскими горными заводами В. Н. Татищеву, жившему тогда в Москве проездом на Урал.

Находившийся с Татищевым саксонец «пробирный» мастер Иоган Фридрих Блюер весной 1720 г. в Москве опробовал руду, оказавшуюся очень богатой, с большим содержанием меди. **Это была первая алтайская медь [4].**

Владелец уральских рудников и заводов Акинфий Никитич Демидов, узнав о находке руд на Алтае, послал туда в 1724 г. рудознатцев («олонецких стариков») братьев Леонтия и Андрея Кабановых и Матвея Кудрявцева, которые в 1725 г. по выработкам «чуди» нашли 8 новых месторождений медных руд в верховьях р. Алея и в междуречье Алея и Чарыша, в том числе месторождение «...со Змеевой горы» (Змеиногорское месторождение), ставшее позднее основной рудной базой металлургических заводов Алтая.

В феврале 1726 г. плавильный мастер И.А. Шлаттер (впоследствии знаменитый металлург) выплавил **первое алтайское серебро** из руд, предоставленных А.Н. Демидовым [4]. По-видимому, это были руды с месторождения Змеёвой горы.

А.Н. Демидов, получив разрешение Сибирского обербергамта, направил на Алтай в 1726 г. новую экспедицию для создания плавильной печи, проведения пробных плавков руд и поисков новых месторождений.

В 1726 г. на Алтае у р. Колыванки (ныне Локтевки) близ Колыванского медного месторождения (на котором был сооружен первый на Алтае медный рудник) людьми А.Н. Демидова во главе с мастером Дмитрием Семеновым была построена первая небольшая плавильная печь, выполнены первые пробные плавки медной руды и построено жильё. Вследствие сильных морозов и др. причин все сооружения в 1726 г. были разрушены, а работники вернулись на Урал.

В марте 1727 г. Берг-коллегия по просьбе А.Н. Демидова направила предписание руководителю Сибирского обербергамта генерал-майору Вильгельму де-Геннину послать на Алтай мастеров горнорудного дела для разработки месторождений и организации плавильного дела. Согласно предписанию В. де-Геннин послал на Алтай берг-гешворена Н. Г. Клеопина и специалиста по медным рудам штейгера Георгия. Вместе с ними А.Н. Демидов послал мастеровых и работных людей с необходимым оборудованием, инструментами и материалами.

Весной того же года приказчики А.Н. Демидова наняли в Томском уезде 30 работников, которые построили за лето у подножья отрогов Колыванского хребта, близ месторождения небольшой бревенчатый острог.

Н.Г. Клеопин с товарищами прибыл на Алтай осенью 1727 г., когда острог был уже построен. Этот острог был **первым поселком в левобережье Оби**.

Под руководством Н.Г. Клеопина на месте первой пробной плавки была построена плавильная печь, добыто некоторое количество руды и, ориентировочно, в октябре - ноябре 1727 г. проведена плавка руды.

Этот первый металлургический завод назван Колыванским (Калыванским) по речке, на которой он был возведен. Н.Г. Клеопин ввиду небольшого расхода воды реки Колыванки в 1728 г. решил закрыть Колыванский завод и построить новый плавильный завод в 6 верстах западнее первого завода, близ более полноводной реки Белой, где можно было приводить меха в движение с помощью водяного колеса.

В 1728 г. у р. Белой был возведен острог (будущее село Колывань) и начато сооружение нового металлургического завода. В следующем 1729 г. было закончено строительство плотины, заполнен водой пруд и построены 3 плавильных печи. Первые плавки на новом (втором) заводе были выполнены 21 сентября 1729 г. В 1730 г. на заводе были построены еще две печи. Первоначально медная руда поставлялась с **первого на Алтае Колыванского рудника**, находившегося близ озера Белого, на «прилавке» горы Синюхи [4].

В дальнейшем завод на р. Белой стали именовать Колывановоскресенскими заводами (именно так в архивных документах XVIII в. слитно пишется слово «Колывановоскресенские», с конца XVIII это слово пишется и слитно, и отдельно, а в начале XIX в. только отдельно). В документах тех лет под Колывановоскресенскими заводами подразумевали сам плавильный завод в Колывани, рудники, склады, хранилища руды, пристани и другие строения, а также деревни, принадлежащие А.Н. Демидову.

Так возникло на Алтае металлургическое производство по выплавке медных руд.

В течение 1729-1735 г.г. людьми А.Н. Демидова продолжались поиски новых месторождения руд. В 1731 г. А.Н. Демидов сообщает в Берг-коллегию о находке новых месторождений богатых медных руд в бассейне Иртыша и в верховьях р.Алея. На этой территории в 1727-1747 гг. разрабатывались Колыванский, Воскресенский, Плоскогорский, Пихтовый, Гольцовский, Медвежий и многие другие полиметаллические рудники.

В период 1729-1735 г.г. на Колывановоскресенском заводе выплавляли чистую (красную) медь и черную медь (неочищенный полуфабрикат), которую отправляли в Невьянск для получения чистой меди и ковкой (штыковой) меди.

Правительство России, зная о больших запасах медных руд на Алтае, понимало важность их для развития экономики страны.

Рудники и заводы в 1735 г. перешли на «казенное содержание» и находились под управлением государственного уполномоченного. Они именовались «Ведомство Колывановоскресенского завода».

Колывановоскресенский завод работал по выплавке черной меди из руд Воскресенского, Чагирского и двух Пихтовских рудников: Брегадирского и Лазоревого. Выплавка чистой меди была прекращена. Черную медь отвозили на Урал для доочистки.

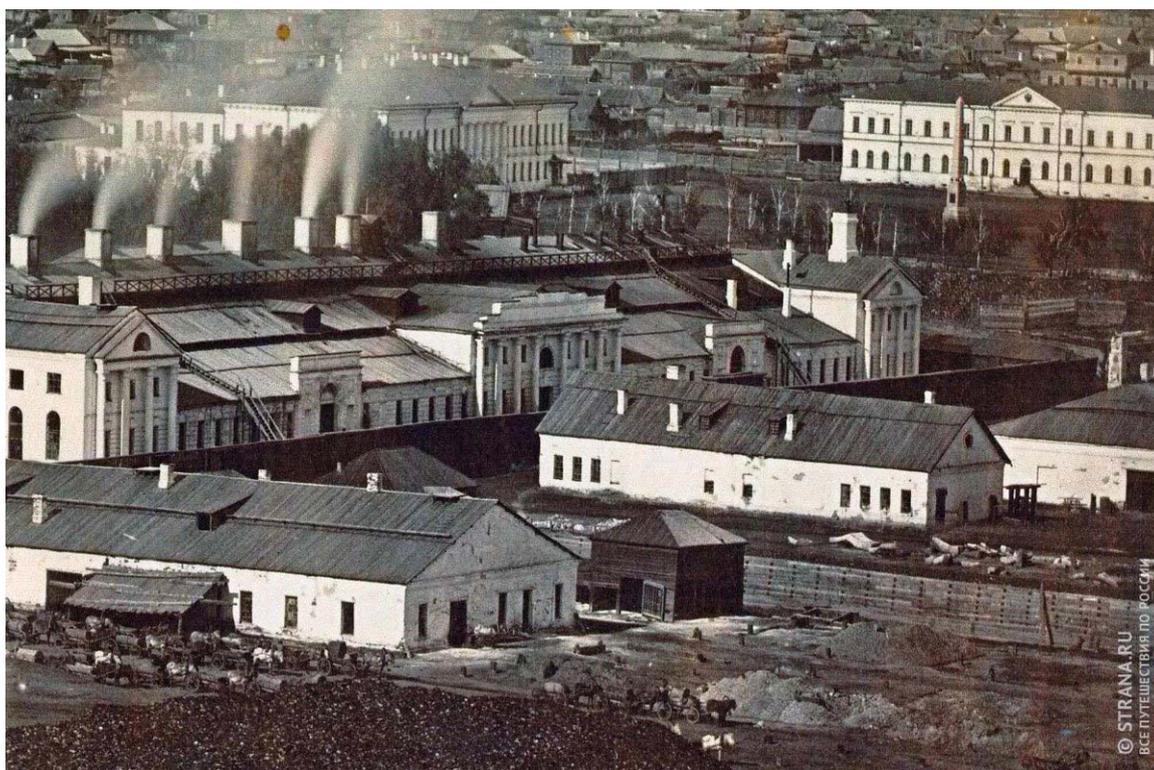


Рис. 1. Барнаульский сереброплавильный завод. XIX век

В 1737 г. Колывановоскресенские рудники и заводы вернулись в собственность А.Н. Демидова.

Людьми Демидовых в период 1737-1747 гг. велись поиски новых месторождений меди и серебра. Всего в 1747 гг. действовало 93 рудника (точнее 93 участка отбора руд, но не на всех месторождениях были построены рудники). Колывановоскресенский завод в те годы выплавлял меди до 3000 пудов в год.

А.Н. Демидов опасался ойратов, кочевья которых были вблизи Колывановоскресенских заводов. По этой причине, а также потому, что мощности существующего завода были недостаточны, Демидов решил построить новый металлургический завод, но не близ рудников, а на 300 км севернее, на реках, впадающих в Обь.

Новый завод было решено построить в устье Барнаулки, где с 1736 г. уже существовала деревня Усть-Барнаул, в которой могли приютиться первые строители, что облегчило бы начало строительства. В 1739 г. здесь возник посад (поселок) «Барнаульский завод» [4]. До 1748 г. они существовали отдельно, а в 1748 г. деревня слилась с посадом.

28 сентября 1739 г. приступили к сооружению плотины (это дата начала строительства Барнаульского завода). В 1740 г. было начато строительство плавильного завода. 5 июля 1744 г. был готов первый гармахерский двойной горн (с двумя печами), а 8 июля 1744 г. вступила в действие первая плавильная печь.

В августе 1746 г. плавка меди на Барнаульском заводе была запрещена согласно решению Кабинета Ее Величества.

Основной продукцией демидовских заводов Алтая была медь, но наступало время выхода на первое место благородных металлов: серебра и золота..

Стране необходимо было серебро для выхода из финансового кризиса. Оно было не менее важно, чем золото.

Создание горнопромышленного комплекса на Алтае решило эту проблему.

В медной руде алтайских месторождений присутствовало серебро. Императрица Елизавета Петровна поняла важность открытия богатых серебряных руд на Алтае. Указом от 17 мая 1744 г. она велела управляющему Тульским оружейным заводом бригадиру Андрею Венедиктовичу Беэру прибыть в столицу для получения приказа о «некоторой комиссии». Эта комиссия в составе 97 человек (из них 23 горные специалисты) была послана на Колывановоскресенские заводы с целью оценить их потенциал и качество серебряных руд.

В августе 1744 г. комиссия выехала на Алтай. 20 января 1745 г. она приехала на Барнаульский завод, 27 января прибыла на Колывановоскресенский завод, а 4 февраля - на месторождение Змеёвой горы. В первые дни на месторождении было собрано 130 грамм самородного серебра.

В начале февраля 1745 года на Змеёвой горе были пройдены 4 шурфа и отобраны пробы руд. 26 февраля на Колывановоскресенском заводе была выполнена пробная плавка руды, показавшая высокое содержание серебра. После этого на месторождении была заложена шахта «Комисская» глубиной 7 сажен (15 м). Из шахты было добыто 32576 пудов (533,6 т) руды. 17 тысяч пудов были привезены на Колывановоскресенский завод.

Всего за 1745 г. из змеиногорской (горы Змеиной, горы Змеёвой)) руды было выплавлено 46 пудов 16 фунтов 12 золотников серебра. После переплавки слитков в Петербурге было получено 44 пуда 6 фунтов 21 золотник серебра (724 кг) и 12 фунтов 32 золотника 33 доли золота (5.05 кг).

Поездка комиссии оказалась успешной: были подтверждены значительные запасы серебряной руды месторождения Змеёвой горы .

Добыча серебра людьми А.Н. Демидовым на Алтае в январе 1745 г. была прекращена, так как выплавка драгоценных металлов на Колывановоскресенском

заводе Беэром была запрещена. В 1745 г. Змеиногорский рудник был взят в казну: само месторождение и крепость у рудника были выкуплены у А.Н. Демидова государством [4].

По прибытии в столицу Беэр в докладе Елизавете Петровне описал состояние горнозаводских предприятий Алтая, отметил их перспективность и оценил, что добыча серебра должна принести немалую прибыль. Экспертизу привезенного металла провела Монетная канцелярия, подтвердившая высокое качество его.

А.Н. Демидов умер 5 (16) августа 1745 г. С этого времени началась подготовка передачи алтайских предприятий в собственность российских монархов.

Демидов сыграл огромную роль в освоении Сибири.

В тот период в алтайских владениях Демидова находился значительный горно-промышленный комплекс: два действующих медеплавильных завода и 93 рудника, в том числе богатейшее Змеиногорское месторождение серебряных руд, 69 медных рудников, один медно-свинцовый и 22 «признаков медных».

На Демидова трудилось 5605 человек, в одном лишь поселке Колыванского завода проживало около 800 человек.

26 марта 1746 года на основании представления Беэра вышел Указ Кабинета о запрещении плавки меди приказчиками Демидова и о посылке для управления Колывановоскресенскими заводами нанятого по контракту лейтенанта Христиани, который прибыл на заводы в начале августа 1746 года.

Христиани управлял заводами и рудниками до Указа императрицы от 1 мая 1747 года,

Согласно этому Указу все алтайские заводы, рудники, земли, деревни, строения, мастерские люди А.Н. Демидова и приписные крестьяне передавались в собственность Ее Императорского Величества Елизаветы Петровны («взять на нас... Подлинной за подписанием Ея Императорского Величества собственныя руки тако: Елисавет. В 1 де[нь] мая 1747 года»), то-есть, в собственность монархов России.

12 мая 1747 г. вышел новый указ, касающийся устройства Колывановоскресенских заводов: к округу приписывались государственные крестьяне, вводилось финансирование заводов и рудников из государственной казны, образовывалась Канцелярия Колывановознесенского горного начальства в составе главного командира заводов и двух ассессоров. Высшим должностным лицом стал главный командир (А.В. Беэр), который вместе с Канцелярией ведал вопросами организации и руководства горно-металлургическим производством, управления населением, полицейскими и судебными делами.

Горнозаводские предприятия Алтая стали называться «Ведомство Колывановоскресенских горных заводов» [4]. Подчинялось «Ведомство...» Кабинету Ее Императорского Величества, находившемуся в Санкт-Петербурге.

Территория, ранее принадлежащая Демидову, была значительно расширена за счет государственных земель с проживающими на них крестьянами.

Центром горнозаводского производства на Алтае А.В. Беэр назначил посад «Барнаульский завод», куда он и прибыл 16 февраля 1748 г.

Так закончился этап создания царского имения на Алтае.



Рис. 2 . Окисленная полиметаллическая руда

Основным производством Ведомства Колывановоскресенских горных заводов являлось выплавка серебра. Сопутствующим было производство золота, меди, свинца, железа, добыча угля, обработка поделочных камней, соляные промыслы.

Ведомство Колывановоскресенских горных заводов с 1834 г. стало именоваться Алтайским горным округом, а с 1996 г. – Алтайским округом [4].

Поисковыми работами на Алтае и Салаире во второй половине XVIII в. и в XIX в. было выявлено около 700 новых месторождений серебра и меди. В том числе такие крупные как Зыряновское, Салаирское, Риддерское и др.

На месторождениях сооружались рудники. В середине XVIII в. действовали 93 рудника, а в середине XIX в. – 130. Это число отражает общее количество мест добычи руды, но предприятия (рудники) были созданы далеко не на всех из них.

Строились новые плавильные заводы. Во второй половине XVIII в. помимо имеющихся медеплавильного Колывановоскресенского и сереброплавильного Барнаульского заводов были возведены 3 сереброплавильных завода, 1 серебро-медеплавильный, 1 свинцово-сереброплавильный и 2 железоделательных завода, а также шлифовальная мельница. В XIX в. дополнительно сооружены 2 сереброплавильных завода, 1 сереброплавильно-железоделательный завод, 1 свинцовая плавильня, 1 шлифовальная фабрика, а также каменноугольные копи, золотоносные прииски и соляные промыслы.

Передача алтайских горнозаводских предприятий в собственность Елизаветы Петровны и деятельность администрации Колывановоскресенского горного начальства оказались эффективными.

Так, в докладе кабинет-секретаря А.В. Олсуфьева (управляющий Кабинетом в 1758-1784 гг.) на высочайшее имя отмечалось, что если в 1745 г. было выплавлено 44 пуда серебра, то за 12 лет деятельности Ведомства Колывановоскресенских горных заводов (1747-1759 г.г.) было добыто 2824 пуда серебра и 89 пудов золота, в среднем за год 235,3 пуда серебра и 7,4 пуда золота. Было вложено в алтайский горно-заводской комплекс 660 тысяч рублей, а чистая прибыль составила 2653,548 тысяч рублей (402 %).

В 1751 г. было выплавлено 366 пудов серебра. Но затем со смертью А.В. Беэра производство серебра стало снижаться, так как новый главный командир А.И. Порошин долго не приезжал на Алтай, и дела расстроились: в 1760 г. было выплавлено только 264 пуда серебра.

По приезде А.И. Порошина на Алтай выплавка серебра пошла вверх: в 1762 г. она составила 405 пудов.

Пик производства серебра пришелся на 1772 г., когда его было выплавлено 1277 пудов (наибольшая выплавка за весь период существования горнопромышленного комплекса).

В 1782 г. был спад – 400 пудов серебра. Но затем наблюдался снова подъем производства серебра: с 1798 г. ежегодно до 1861 г. в среднем добывалось по 1000 пудов серебра. Затем отмечается спад выплавки этого металла: в период 1864-1870 гг. выплавалось в среднем за год по 973 пуда серебра, в 1871-1883 гг. – в среднем за год по 561 пуд, в 1884-1890 гг. – среднегодовое производства серебра по 526 пудов, в 1891 -1893 гг. в среднем за год по 479 пудов.

За период 1745-1860 гг. было получено 116 тыс. пудов (1900 т) серебра. Алтайский горный округ обеспечивал 96% всей выплавки серебра в России. В середине XIX в. на металлургических заводах действовало 54 плавильных печи, а позднее – 66 печей.

Уже к концу XVIII столетия Россия заняла одно из лидирующих мест в европейском производстве серебра.

Медь на Алтае продолжали плавить наряду с серебром. В 1762—1764 гг. велось строительство Сузунского медеплавильного завода, а в 1764—1766 гг. и Сузунского монетного двора. Теперь полуфабрикаты медной плавки и медные руды отправлялись на Сузунский завод для дальнейшего оборота.

К 80-м годам XVIII в. на Алтае сформировался крупнейший в России комплекс цветной металлургии, специализирующийся на добыче и выплавке серебра и золота с попутным производством меди и свинца. Расцвет горно-металлургического производства наблюдался во второй половине XVIII в.

Алтайский горный округ и в XIX в. являлся крупнейшим горно-промышленным комплексом в России по производству благородных и цветных металлов [4].

Добываемое на Алтае золотистое серебро дважды в год караванами направлялось в Санкт-Петербург и сдавалось в Канцелярию Монетного департамента, руководителем которого в середине XVIII в. был Иван Андреевич Шлаттер, который при Монетном дворе организовал лабораторию по переплавке алтайского золотистого серебра с целью разделения его на серебро и золото. Серебро с Алтайских заводов поступало в личную казну императрицы.

С 1860-х годов наблюдается спад горнопромышленного производства в связи с выработкой ряда месторождений, обработкой богатых руд и необходимостью

разработки более бедных руд, удорожанием добычи руд из-за отработки поверхностных окисленных руд и необходимости осваивать более глубокие горизонты, где находятся более прочные (более трудные для разработки) первичные руды.

Освобождение крестьян в 1861 г. серьезно усложнило положение с рабочей силой и ее удорожанием.

Получение серебра и золота стало малорентабельным и ближе к концу XIX в. даже нерентабельным. В последней трети XIX в. упало производство серебра, золота, меди, свинца, железа, стали, каменного угля.

Кабинет вынужден был пойти на закрытие рудников и металлургических заводов.

22 марта 1893 года состоялось решение министра Императорского Двора о закрытии Барнаульского сереброплавильного завода. 1 мая 1893 года завод был закрыт. В последний год было выплавлено чистого серебра 25 пудов, свинца 5426 пудов.

В мае 1893 г. также были закрыты Павловский и Локтевский сереброплавильные заводы, в январе 1894 г. – Змеёвский завод. В начале января 1897 г. был объявлен приказ о закрытии Салаирских рудников и Гавриловского сереброплавильного завода и о сокращении деятельности Кольчугинской каменноугольной копи.

Таким образом, к 150-летию царского имения (1896 г.) был закрыт последний сереброплавильный завод и почти все рудники, на которых добывалась серебряная руда. Сохранился только Зыряновский рудник с обогатительной фабрикой, Продолжал работать также Сузунский медеплавильный завод и продолжали добывать золото на Риддерском и Зыряновском рудниках и в россыпях.

Кроме металлургического комплекса в XIX в. в крае существовали небольшие предприятия промышленные предприятия: винокуренные и пивоваренные заводы, кожевенные фабрики, стекольный завод, мыловарни, кирпичные заводы, бумажная фабрика и др.

В конце XIX в. интенсивно начала развиваться сельское хозяйство (растениеводство, животноводство, бортничество), ставшее основой экономики. Возделывались зерновые культуры (пшеница, рожь, овес, гречиха). Росли посадки картофеля, В начале XX в. выросло молочное животноводство и маслоделие. Алтайское сливочное масло экспортировалось даже в страны Западной Европы.

Стали подниматься перерабатывающая и легкая промышленность, а также торговля.

В 1865 г. было разрешено переселение на земли Алтайского горного округа крестьян из Европейской части России. Переселение шло успешно. Особенно интенсивно оно происходило в 1907-1914 гг. в ходе реализации Столыпинской аграрной реформы.

С 1804 г. территория Ведомства Колывано-Воскресенских горных заводов входила во вновь образованную Томскую губернию. Власть томского губернатора и главного начальника Колывановоскресенских горных заводов соединялась в одном лице. Он подчинялся, с одной стороны, Императорскому Кабинету, с другой — западносибирскому генерал-губернатору. С 1 января 1864 г. должность томского

гражданского губернатора была отделена от должности Главного начальника Алтайских заводов.

В апреле 1828 г. вышло высочайше утвержденное "Учреждение об управлении Колывано-Воскресенскими заводами". По существу, это был законодательный акт, подтверждающий право императора Николая I на владение землями и лесами территории Ведомства Колывано-Воскресенских заводов [4].

В 1917 г. земли Алтайского округа Временным правительством были объявлены собственностью государства.

Алтайский горно - промышленный комплекс стал вторым после Урала в России по масштабам металлургического производства и первым по производству серебра. Наибольшее количество его в России Алтай получал на протяжении почти 150 лет, а во второй половине XVIII в. больше, чем в любой стране Европы [4].

По добыче золота Алтай на протяжении почти 100 лет занимал третье место в России, а по выплавке меди - второе место во второй половине XVIII в. и в первой половине XIX в.

Всего за 150 лет деятельности Алтайского горно-промышленного комплекса (1747-1896 гг.) получено 124406 пудов (2037, 77 т) серебра, 8463 пуда (138,624 т) золота, 15998851 пуд (262061 т) меди, 122052 т свинца, 2947 т цинка, 2277632 пуда (37307 т) железа, 18545172 пуда (303770 т) каменного угля, 26601749 пудов (435737 т) соли. Один пуд равен 16,38 кг.

От реализации серебра и золота получены сотни миллионов рублей, что во много раз превышало стоимость всей сибирской пушнины.

Организация горнозаводского производства на Алтае коренным образом изменило состояние региона и ознаменовала приход цивилизации в этот первобытно-дикий край.

Заселение русскими степной и предгорной части Алтая, начавшееся в первой половине XVIII в., завершилось в начале XIX в. Возникли многочисленные деревни, поселки и ряд городов. Значительно возросло население.

Развилась экономика. Если до прихода русских здесь совсем отсутствовала промышленность, то теперь интенсивно стала развиваться горнодобывающая и металлургическая промышленность: возникли рудники и копи, металлургические и др. заводы, строительная отрасль, лесное хозяйство. Сооружена сеть дорог и речных пристаней.

Получило развитие сельское хозяйство: растениеводство и животноводство. Впервые здесь были распаханы степи. Впервые поля были засеяны пшеницей, рожью, ячменем, гречихой, появилось льноводство, пасеки. Помимо имеющегося в тех краях коневодства, впервые возникли другие отрасли животноводства: свиноводство, крупный рогатый скот, овцеводство, птицеводство.

Алтайское царское имение – уникальное явление в истории России, оставившее заметный след в экономике, истории и культуре нашего государства и в мировой культуре.

Приказом Комиссара Временного Сибирского правительства от 21 июня 1918 г. № 1 Главное управление Алтайского округа было реорганизовано в Алтайское губернское управление земледелия и государственных имуществ.

В июле 1917 года была образована Алтайская губерния с центром в Барнауле, которая просуществовала до 1925 года. С 1925 по 1930 год территория входила в Сибирский край (краевой центр — город Новосибирск), а с 1930 по 1937 год была в составе Западно-Сибирского края. В 1937 г. был образован Алтайский край (административный центр — город Барнаул). В 1991 г. из состава края вышла Горно-Алтайская автономная область, ставшая самостоятельным субъектом Российской Федерации. Ныне этот регион называется Республикой Алтай.

При советской власти Алтайский край получил дальнейшее развитие. Особенно интенсивно выросла промышленность.

1.2. Промышленность Алтайского края

В крае насчитывается свыше 2000 промышленных предприятий, из них 342 крупных и средних.

Промышленность является важнейшей отраслью экономики края. При валовом региональном продукте (ВРП) Алтайского края, равном в 2019 г. 590312,5 млн. рублей, объем отгруженных товаров в сфере производства промышленной продукции составил 398822 млн. рублей или 60,7% от ВРП [105, 107, 112].

Ведущей отраслью промышленности Алтайского края является машиностроение и металлообработка. Достаточно ёмко в регионе представлены химическая и нефтехимическая промышленность, производство транспортных средств и оборудования, энергетический комплекс, горнодобывающая промышленность, оборонно-промышленный комплекс, а также пищевая, перерабатывающая и легкая промышленность.

Основная продукция Алтайского края – котлы паровые, газовые, водогрейные и модульные, дизельные двигатели, тракторы для сельского хозяйства; трелевочные тракторы, плуги, сеялки, насосы, компрессоры, генераторы с двигателями внутреннего сгорания, краны мостовые, трансформаторы и комплектные трансформаторные подстанции, грузовые магистральные вагоны, буровые станки, шины, машины кузнечно-прессовые, электромеханические и электронные приборы, радиоэлектронная аппаратура, кокс и полукокс, сульфаты и поваренная соль, олеум, концентраты металлов (медь, свинец, цинк), сталь, чугун и чугунное литье, асбестовые технические изделия, портландцемент, и др. [105,112].

На долю машиностроения и металлообработки приходится около 21% всего промышленного производства края. Машиностроительная промышленность Алтайского края представлена более чем 30 крупными предприятиями. Крупнейшие из них, имеющие федеральное значение:

- АО «Алтайвагон» - крупнейший производитель подвижного состава, производит около 20% вагоностроительного рынка России;
- ОАО ПО «Алтайский моторный завод» - крупнейший в России производитель дизельных двигателей и запчастей к ним, входит в состав ОАО «Агромашхолдинг»;
- ОАО ХК «Барнаульский станкостроительный завод» - предприятие оборонной промышленности, производитель боеприпасов и промышленной продукции (тали,

промышленные цепи, станки);

- ОАО ХК «Барнаултрансмаш» - специализированное предприятие по конструированию и производству судовых, промышленных, транспортных дизелей;
- ПК «Сибэнергомаш» - производство паровых, водогрейных, энергетических котлов, вентиляторов и дымососов, входит в ГК «Энергомаш»;
- ОАО «Бийский котельный завод» - изготовление паровых и водогрейных котлов, котельно-вспомогательного оборудования для промышленной и коммунальной энергетики;
- ООО УК «Алтайский завод прецизионных изделий» - крупнейший российский производитель распылителей и форсунок для дизельных двигателей.

В сфере химической, нефтехимической промышленности и производстве резиновых и пластмассовых изделий в Алтайском крае задействовано 10 крупных предприятий и около 100 мелких предприятий.

Наиболее крупные предприятия:

- ОАО ПО «Алтайский шинный комбинат» - лидер химической отрасли Алтайского края по объемам выпускаемой продукции. Комбинат выпускает более 20 наименований шин;
- ОАО«Кучуксульфат» - единственный в России производитель сульфата натрия, расположен в поселке Степное озеро Алтайского края;
- ОАО «Барнаульский завод АТИ» - крупный производитель асбестовых и безасбестовых фрикционных изделий, а также ряда уплотнительных и прокладочных изделий и материалов;
- ПАО «Алтай-Кокс» - крупнейший производитель кокса и химической продукции.

Наибольшее развитие промышленность получила в крупных городах: Барнауле, Бийске и Рубцовске, Довольно мощные промышленные предприятия имеются также в Заринске и Новоалтайске.

В начале XX в. в канун революции в крае растут пищевая (мукомольная, маслособойная, пивоваренная, винно-водочная) и легкая (кожевенная, мыловаренная, пимокатная, овчинно-меховая) отрасли промышленности. Только в городе Барнауле действовало свыше 30 небольших фабрик и заводов. После революции часть предприятий была закрыта, но в середине 20-х годов XX в. они вновь открылись.

Но настоящий промышленный подъем в крае связан с эвакуацией в 1941–1942 гг. в Барнаул, Бийск, Рубцовск и Камень-на-Оби свыше 100 промышленных предприятий из оккупированных территорий европейской части Советского Союза, в том числе 24 предприятий союзного значения. Из них можно отметить Харьковский и Сталинградский тракторные заводы (на их основе создан завод № 77, ныне завод «Барнаултрансмаш»), Подольский патронный завод, луганский завод № 60, московский завод № 40 (на их основе создан Барнаульский станкостроительный завод), ленинградский «Невский машиностроительный завод» (сегодня это ООО «Сибэнергомаш») и др.

В послевоенные годы в крае продолжился рост промышленного производства, особенно в период 1955-1990 гг. Возводятся такие мощные предприятия как ОАО «Алтай-Кокс», ООО «Голухинский цемент», ООО «Алтайский моторостроительный завод», ООО «Барнаульский шинный комбинат», ОАО

«Завод синтетического волокна» и др.



Рис. 3. Город Барнаул

В 90-е годы XX в. в связи с распадом СССР и сильнейшим экономическим кризисом в России большинство промышленных предприятий Алтайского края утратили коммерческие связи с производителями сырья и потребителями производимых в крае машин, изделий и товаров. Объем промышленности в крае рухнул до 30-40% от уровня 1990-1991 гг.

В настоящее время (2021 г.) в крае по многим видам продукции уровень 1990-1991 гг. в физическом выражении так и не достигнут.

В отношении промышленного потенциала приоритетным является **Барнаул** [3, 89].

В настоящее время Барнаул является одним из самых крупных промышленных центров Западной Сибири.

В конце XX в. в городе насчитывалось 107 крупных и средних заводов и фабрик, в 2009 г. их число сократилось до 91 (на 01.01.2010 г.), а в 2018 г. возросло до 126. Численность работников в 2018 г. составила 158 тыс. человек, средняя зарплата – 33,9 тыс. рублей [106].

На долю крупных и средних предприятий приходится порядка 70% объемов промышленного производства.

Основные отрасли промышленности: машиностроение и металлообработка, химическая и нефтехимическая промышленность, электроэнергетика.

Развиты также легкая промышленность, производство строительных материалов, деревообрабатывающая промышленность, пищевая и мукомольно-крупяная промышленность.

В числе ведущих предприятий Барнаула можно отметить ООО «Алтайский

моторный завод», АО «Холдинговая компания «Барнаульский станкостроительный завод», ОАО «Барнаултрансмаш», АО «Прессмаш» («Барнаульский завод механических прессов»), ООО «Геофизика», АО «Алтайгеомаш», ОАО «Барнаульский радиозавод», ОАО «Барнаульский вагоноремонтный завод», ООО «Барнаульский завод котельного оборудования», АО «Барнаульский завод асбестовых технических изделий», ООО «Алтайский шинный комбинат», ООО «Барнаульский завод резиновых технических изделий», АО «Барнаульский завод технического углерода», АО «Барнаульская ТЭЦ-2» и «ТЭЦ-3», ЗАО «Барнаульский меланжевый комбинат», ОАО «Завод синтетического волокна», ОАО «Барнаульский пивоваренный завод», АО «Алтайский завод агрегатов», АО «Алтайский приборостроительный завод «Ротор», ГУП «Барнаульский завод «Кристалл и др.

В Бийске до начала Великой Отечественной Войны промышленность была слабо развита. Подъем промышленности города связан с эвакуацией в Бийск в 1941–1942 гг. ряда фабрик и заводов из европейской части Советского Союза. В 90-х годах XX в. наблюдался резкий спад промышленного производства. В XXI в. отмечается восстановление промышленного потенциала.

Основные отрасли промышленности: машиностроение, электроника и приборостроение, оборонная промышленность, химическая и фармацевтическая промышленность, производство строительных материалов и изделий из композиционных материалов, деревообработка и мебельное производство, а также пищевая промышленность.

В настоящее время в городе находится 76 промышленных предприятий. Наиболее крупные и значимые из них приведены ниже. К предприятиям машиностроения относятся АО «БПО «Сибприбормаш», ОАО «Бийский котельный завод». АО «Бийский литейно-механический завод», ООО «Механический завод», (НИЦ ПО «Бийскэнергомаш»).

Химическая промышленность представлена АО ФНПЦ «Алтай», ФКП «Бийский олеумный завод и др.

К фармацевтической промышленности относятся ЗАО «Эвалар» и ЗАО «Алтайвитамины».

Заводы приборостроения и электроники представлены ЗАО ПО «Спецавтоматика» и др. Строительные материалы производят ОАО ПО «Железобетон», ООО «Бийский кирпичный завод», Бийский завод «Пенобетон» и Бийский завод железобетонных изделий.

К мебельному производству относится ОАО «Бийская мебельная фабрика» и Бийский фанерный комбинат.

Пищевая и перерабатывающая промышленность представлена ЗАО НП «Бийский комбинат хлебопродуктов, ОАО «Бийский сахарный завод». ЗАО «Бийский элеватор», Бийский маслоэкстракционный завод». ООО «Бийский комбикормовый завод». АО «Бийская льняная компания».

Рубцовск. В 20-х и 30-х годах XX в. г. промышленные предприятия Рубцовска были ориентированы на переработку продукции сельского хозяйства и представлены паровой мельницей, хлебокондитерским, производством, птицекомбинатом, мясокомбинатом, мукомольно-элеваторным комбинатом,

кожевенным и алебастровыми заводами и двумя кирпичными заводами.

В 1941 г. в Рубцовск был эвакуирован Харьковский тракторный завод, на базе которого в 1941-1942 гг. были созданы Алтайский тракторный завод (с 1992 г. ОАО «Алттрак») и Алтайский завод сельскохозяйственным машин (Алтайсельмаш, с 2006 г. ОАО «Управляющая компания «Сибагромаш»)). Была построена Рубцовская теплоэлектроцентраль. После окончания Великой Отечественной войны вступил в строй Алтайский завод тракторного электрооборудования.

К началу 60-х годов прошлого века в Рубцовске действовало 25 промышленных предприятий. В их числе помимо вышеупомянутых были Рубцовский машиностроительный завод (с 1992 г. АО «Рубцовский машиностроительный завод»), Рубцовский завод тракторных запчастей, Рубцовский молочный комбинат и Рубцовская мебельная фабрика.

Промышленные предприятия Рубцовска в значительной мере были ориентированы на сбыт продукции сельскохозяйственной отрасли среднеазиатских стран: Казахстана, Узбекистана, Таджикистана, Туркменистана и Киргизии. В 90-х годах XX в. кризис поразил и Россию, и эти страны, которые оказались не в состоянии оплачивать продукцию Рубцовских предприятий. Лишившись заказчиков машиностроительные заводы Рубцовска оказались на грани банкротства. В 2002-2005 гг. прекратили работу: гигантский завод, градообразующее предприятие ОАО «Алттрак», ОАО и ЗАО «Автотракторное электрооборудование», ОАО «Тракторозапчасть», ОАО «Алтайсельмаш», ОАО «Метизный завод», ОАО «Прессово-метизный завод».

В XXI в. наблюдается подъем производства перерабатывающей, мясомолочной, мукомольно-крупяной, деревообрабатывающей и мебельной отраслей промышленности, а также Рубцовского филиала АО «Алтайвагон», ОАО «Тракторозапчасть», ЗАО «Рубцовский завод запчастей» и некоторых других.

В **Новоалтайске** развито машиностроение, представленное АО «Алтайвагон», Белоярским мачтопропиточным заводом, ОАО «Новоалтайский завод мостовых конструкций», АО «НПК «Алтаймаш». Энергетическая отрасль представлена ЗАО «КМЗ» (котельное оборудование), ООО НПО «Новоалтайский завод энергетического оборудования», ТЭЦ и др. Предприятия строительной отрасли – это Новоалтайский завод железобетонных изделий, ЗАО «Алтайкровля», Асфальтобетонный завод и др.

В городе развита и пищевая промышленность, представленная Новоалтайским крупяным заводом, Новоалтайским хлебокомбинатом, Новоалтайским молочным заводом др.

В **Камне-на-Оби** насчитывается более 40 промышленных предприятий машиностроительной, пищевой, деревообрабатывающей и легкой отраслей.

Наиболее крупные из них: ООО «Каменский металлзавод», Каменский ремонтно-механический завод, ООО «Каменский ликеро-водочный завод», ООО «Каменская птицефабрика», Каменский рыбзавод, Каменский мясокомбинат «Восход», Каменский маслосыркомбинат, Каменский элеватор, Каменская мебельная

фабрика, Каменский деревообрабатывающий комбинат и Каменский щебеночный завод.

В Заринске градообразующим предприятием федерального значения является ПАО «Алтай-Кокс».

Наиболее крупные предприятия г. **Алейска** относятся к пищевой отрасли: ООО «Алейский сахарный завод», ЗАО «Алейскзернопродукт», ОАО «Алейский мясокомбинат» и АО «Алейский маслосыркомбинат».

В г. **Славгороде** находятся предприятия пищевой промышленности: СП «Славгородский пивоваренный завод», компания «Славгородский мясокомбинат». ОАО «Славгородский молочный комбинат», а также ООО «Славгородский завод кузнечно-прессового оборудования» и др.

В г. **Яровое** имеется градообразующее предприятие ПАО «Алтайский химпром».

Промышленность г. **Горняка** представлена 14 предприятиями, из которых 2 крупных (ЗАО «КПФ Неверовская ДСФ», ООО «Локтевский известковый завод»), одно среднее и 11 малых,

В г. **Змеиногорске** располагаются горнодобывающие предприятия: «Корбалихинский рудник», входящий в состав ПАО «Сибирь-Полиметаллы», и АО «Зареченский рудник», а также АО «Змеиногорский ликеро-водочный завод» и АО «Змеиногорский мясокомбинат»,

Вне городов (в поселках) в Алтайском крае имеются несколько крупных (федерального значения) промышленных предприятий:

-горнодобывающее предприятие ПАО «Сибирь-Полиметаллы» в пос. Потеряевка, которому подчинены Рубцовский, Корбалихинский, Степной и Зареченский рудники и обогатительная фабрика,

-ООО «Голухинский цемент» в пос. Голуха Заринского района, единственный цементный завод в Алтайском крае,

-ОАО «Кучуксульфат» в пос. Степное Озеро.

Из других промышленных предприятий края можно отметить ГУП «Колыванский камнерезный завод», ООО «Кипринский маслосырзавод» в с. Киприно, ЗАО «Волчихинский пивоваренный завод в р.ц. Волчиха и др.

В крае имеется ряд карьеров по добыче полезных ископаемых;

-ООО «Мунайский угольный разрез» в Солтонском районе, единственный в крае карьер по добыче бурого угля,

-ЗАО «Песчано-гравийный карьер» в селе Верх-Катунское»,

-ГУП «Веселоярский щебзавод» в пос. Веселоярск, добыча строительного камня,

-ОАО «Ремовский дробильно-сортировочный карьер» в пос. Ремовский, добыча строительного камня,

-ООО «Масальская дробильно-сортировочная фабрика» в пос. Масальский, добыча строительного камня и др.



Рис. 4. ОАО «Кучуксульфат»

1.3. Строительство.

Всего в крае действуют 3609 строительных организаций. В 2019 г. в крае выполнены строительные работы на сумму 59052,1 млн. рублей или 103,4 % к уровню 2018 г. В 2019 г. введено в действие жилых домов общей площадью 757,7 тыс м².

Основные изыскательские, проектные и строительные организации сосредоточены в Барнауле. Город имеет довольно мощный строительный комплекс. Подготовка строительства обеспечивается 11 изыскательскими и проектными организациями, среди которых выделяются профессионализмом работников ООО «АлтайТИСИЗ», ООО «Барнаулстройизыскания», ООО «Концепт», ООО «Сибгипросельхозмаш», ООО «Алтайгражданпроект», ООО «Барнаулгражданпроект» [3, 89].

Большое количество строительных организаций (ООО «Жилищная инициатива», ООО ИСК «Союз», ООО ПСК «Строительная перспектива», ООО «Домстрой-Барнаул» и др.) позволяют ежегодно вводить в эксплуатацию жилые дома общей площадью до 300–500 тыс. м². Строительные материалы и конструкции обеспечиваются ООО «Железобетонные изделия Сибири», АО «СЗ «БКЖБИ-2», ЗАО «Завод ЖБИ-100», ЗАО «Завод ЖБИ-25», ЗАО «Завод ячеистого бетона» и др.

В **Бийске** основным предприятием, выполняющим изыскательские и проектные работы является ООО «Промгражданпроект».

В **Рубцовске** имеется незначительная проектно-изыскательская организация ООО «Алтайгеострой». Из строительных организаций можно отметить СК «Мастер-строй», ДСУ № 10 и др.

1.4. Сельское хозяйство

Алтайский край является одним из крупнейших сельскохозяйственных регионов страны. В значительной мере это обязано тому, что в 1954-1960 гг. было освоено 3 млн. га целинных залежных земель. Посевные площади были увеличены в 1,8 раза и доведены до 7,3 млн. га.

В 2019 г. общая земельная площадь составила 16,8 млн. га, из которых сельскохозяйственные угодья – 11004,9 тыс. га. На долю пашни приходится 6708 тыс. га или 41,7% общей площади (это почти 2/3 сельскохозяйственных угодий). На сенокосы отведено 11,6%, на пастбище – 24,5% земель, используемых в сельском хозяйстве [107].

В крае имеется 819 сельхозпредприятий и около 6 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств.

Валовая продукция сельского хозяйства края в 2019 г. составила 146981,3 млн. руб. или 24,9% от валового регионального продукта, что в 2,7 раза меньше, чем валовая продукция промышленности.

Но для страны более важны достижения сельского хозяйства края, чем промышленности. По отдельным отраслям сельского хозяйства край имеет приоритет в России.

По валовому производству сельскохозяйственной продукции Алтайский край занимает 5 место в России, производя 3,3% от общероссийской продукции. Среди регионов Западной Сибири Алтайский край занимает лидирующие позиции. Удельный вес сельскохозяйственной продукции края составляет 29% от продукции Западной Сибири.

По объемам производства зерна (4-5 млн. т), край занимает 4 место в стране, а в Западной Сибири - первое место.

В крае выращиваются высококачественные сорта твердой яровой пшеницы с высоким содержанием клейковины. В 2020 г. собрано почти 4 млн. т зерна в зачетном весе, несмотря на засуху и пандемию. За 9 месяцев 2020 г. из края вывезено 800 тыс. т зерна, в том числе на экспорт 200 тыс. т. Кроме того, выращиваются рожь, гречиха, ячмень, просо, горох, овес, лен. По производству гречихи край занимает первое место в России. В 2020 г. было собрано 554 тыс. т гречихи, что на 110 тыс. т больше, чем в 2019 г.

Край является единственным регионом восточнее Урала, где возделывается сахарная свекла.

Возделываются масличные культуры: подсолнечник, рапс, соя, лен, хмель. В 2020 г. производство масла составило 1,1 млн. т.

Картофель выращивается на 105 тыс. га, овощи на 13,8 тыс. га.

Развивается промышленное садоводство. Под садами занято 4,7 тыс. га земель. Выращиваются облепиха, смородина, виктория, вишня и др.

Алтайский край - это крупный животноводческий регион России. По поголовью крупного рогатого скота, в том числе коров, край занимает третье место в России, по валовому производству молока – 4 место, а по производству сыра – первое место.. В свиноводстве и птицеводстве делается упор на создание крупных

комплексов. В 2020 г. было получено 1,2 млн. т молока, скота и птицы на убой - 276 тыс. т. и впервые более 1 млрд. яиц.

Овцеводством занимаются 200 хозяйств. Почти 90% получаемой шерсти является полутонкорунной и тонкорунной.

Порядка 5 тыс. хозяйств края занимаются пчеловодством, ежегодно производя 1,5 тыс. т меда.

Развиваются мараловодство, оленеводство, пушной промысел и разведение племенных лошадей.

Большое количество водоемов позволяет развивать промышленное рыболовство.

1.5. Транспорт

Развитию Алтайского края и увеличению его промышленного потенциала способствует благоприятное транспортно-географическое положение.

Алтайский край является важным транспортным центром, связывающим Сибирь и Дальний Восток с Казахстаном, среднеазиатскими республиками и Монголией.

Общий грузооборот транспорта свыше 60 млрд. т / км, из них на долю железнодорожного транспорта приходится 98,6%, автомобильного – 1,2%, трубопроводного – 0,1%, внутреннего водного – 0,03%. В перевозках пассажиров лидируют автобусный (60,6%, 2014) и железнодорожный (28,2%) транспорт.

Автодорожный транспорт. Длина автомобильных дорог с твёрдым покрытием 37,7 тыс. км. Все районные центры связаны с Барнаулом автомобильными дорогами с твёрдым покрытием.

По территории края проходят 2 федеральные трассы: Барнаул – Рубцовск – граница с Республикой Казахстан (А-322) и Новосибирск – Барнаул – Бийск – Ташанта – граница с Монголией. (Р-356Чуйский тракт). Автомобильный транспорт обеспечивает основную часть внутренних перевозок, для большей части предгорно-горных районов это единственный вид транспорта. На рынке автоперевозок работают более 12 тысяч предприятий, которые обеспечивают 886 маршрутов, из них 220 — городские, 272 — пригородные и 309 — междугородные. Кроме того, действуют 8 автовокзалов и 47 пассажирских автостанций. Пассажирский транспорт общего пользования обслуживает 78 % всех населённых пунктов.

Административный центр Алтайского края, Барнаул имеет железнодорожный вокзал, автовокзал, речной пассажирский вокзал, грузовой речной порт, а также международный аэропорт. Для всех основных автомагистралей города характерна высокая интенсивность движения, превышающая их пропускную способность. Нередко возникают автомобильные «пробки».

Перевозка пассажиров осуществляется автобусами (48 маршрутов), трамваями (девять маршрутов), троллейбусами (три маршрута) и такси.

Автодорогами 3-й категории Барнаул связан со всеми городами и 59 районными центрами края.

Эти дороги обеспечивают связь краевого центра с северо-западными, западными, южными, юго-восточными и северо-восточными районами края.

Объем грузоперевозок через Барнаул составляет 6,5–7,0 млн т в год.

Автобусным сообщением город соединен с другими городами Сибирского федерального округа и Казахстана: Новосибирском, Кемерово, Томском, Горно-Алтайском, Красноярском и Семипалатинском.

Железнодорожный транспорт. На Алтае развита сеть железных дорог. Их общая протяжённость составляет 1803 км. 866 км — железнодорожные пути промышленных предприятий. Плотность сети железных дорог 86 км на 10 тыс. км² (средняя по РФ – 50 км).

Основная железнодорожная магистраль края — Турксиб Новосибирск-Барнаул-Республика Казахстан, по которой осуществляются транзитные перевозки грузов из восточных районов России в Среднюю Азию. По магистрали Веселоярск-Кулунда-Славгород-Карасук идут транзитные потоки грузов в западные районы России. По другой ветви этой магистрали Веселоярск-Третьяково-Усть-Каменогорск грузы идут в восточные регионы Казахстана.

Другие железнодорожные магистрали:

- Барнаул-Кулунда-Павлодар, по которой направляются грузы в центральные районы Республики Казахстан,
- Барнаул-Камень-на-Оби-Карасук,
- Среднесибирская-Камень-на-Оби-Карасук,
- Барнаул-Заринск-Артышта, по ней грузы идут в Кузбасс и обратно,
- Барнаул-Бийск, грузы направляются в восточные районы края. Протяженность тассы 160 км. В перспективе магистраль будет продолжена до Горно-Алтайска.

Самые крупные железнодорожные станции: Алтайская, Барнаул, Бийск, Кулунда, Рубцовск, Алейская.

Структура железнодорожных перевозок: каменный уголь и кокс 67,0%, зерно 20,0%, металлы 5,8%, древесина 5,6%%, химические товары и нефтепродукты 1,6%.

Судоходный (водный) транспорт. Общая длина судоходных линий около 650 км, из них по состоянию на 2020 год постоянно эксплуатируются около 450 км. Судоходство развито по рекам Оби, Бии (до Бийска), Катунь (до Шульгинки). В 1950-х - 1980-х годах было развито активное малое судоходство по Чумышу (до Тальменки), Чарышу (до Калманки) и низовьям Алея (до Усть-Алейки). Основная категория грузов: строительные материалы и каменный уголь. До середины 1990-х годов массово также перевозилось зерно и лес (до запрета лесосплава). На реках действуют специализированные пристани и речные вокзалы в Барнауле и Камне-на-Оби. Основные порты Барнаульский и Бийский. Барнаульский речной порт обеспечивает связь по р. Оби с Новосибирском и Томском. По состоянию на 2020 год в эксплуатации находится около 30 буксирных судов типа РТ.

Воздушный транспорт. Международный аэропорт им. Г. Титова расположен в 17 км западнее города. Он осуществляет воздушные сообщения Барнаула с Москвой, Санкт-Петербургом, Казанью, Симферополем, Екатеринбург, Новосибирском, Томском, Сургутом и Красноярском, а также с Белокурихой. Аэропорт относится к классу В и имеет федеральное значение.

Трамваи и троллейбусы. Трамваи действуют только в Барнауле и Бийске, а троллейбусы в Барнауле и Рубцовске.

Газопроводы. В 1984 введён в эксплуатацию газопровод Новосибирск – Барнаул (длина 292 км; мощность 1,7 млрд. м³/год), в 2008 – газопровод Барнаул – Бийск – Горно-Алтайск (с ответвлением на Белокуруху; общая длина 326 км).

2. Географическое положение Алтайского края.

Границы и территория

Алтайский край расположен в юго-восточной части Западной Сибири.

Географические координаты края: 51-54⁰ северной широты и 78-87⁰ восточной долготы. С запада на восток он протянулся на 600 км, с севера на юг – на 410 км.

На юге и на западе край граничит с Республикой Казахстан. На северо-западе и севере с Новосибирской областью, на северо-востоке с Кемеровской областью, на юго-востоке с Республикой Алтай.

Территория края 167,996 тыс. км², численность населения 2296773 чел. по состоянию на 01.01.2021.

Алтайский край входит в состав Сибирского федерального округа, являясь частью Западно-Сибирского экономического района России.

На территории региона находится 12 городов, 6 поселков городского типа, 59 сельских районов.

Ниже в табл. 1 приведены города и численность их населения по состоянию на 01.01.2021.

Таблица 1

Города края

Города	Численность населения тыс. чел.	Города	Численность населения тыс. чел.
Барнаул	632,391	Славгород	29,371
Бийск	200,629	Алейск	29,249
Рубцовск	142,551	Яровое	18,052
Новоалтайск	73,769	Белокуруха	15,160
Заринск	46,3	Змеиногорск	10,533
Камень-на-Оби	40,795	Горняк	12,654

Девять городов имеют краевое значение: Барнаул, Бийск, Рубцовск, Новоалтайск, Заринск, Славгород, Алейск, Яровое и Белокуруха. Три города имеют районное значение: Змеиногорск, Камень-на-Оби и Горняк.

Шесть районных центров являются поселками городского типа: Благовещенка Благовещенского района (численность 11565 чел.), Малиновое Озеро Михайловского района (2952 чел.), Сибирский (ЗАТО Сибирский, 12142 чел.), Степное Озеро Благовещенского района (6319 чел.), Тальменка Тальменского района (19157 чел.) и Южный города Барнаула (19670 чел.).



Рис. 5. Город Бийск

3. Геморфология и рельеф

Основными геоморфологическими структурами I порядка Алтайского края являются Западно-Сибирская низменность (ее юго-восточная часть) и Алтае-Саянская горная система, представленная системой горных хребтов Алтая и Салаирским кряжем.

В пределах Западно-Сибирской низменности выделяются следующие геоморфологические структуры II порядка: Кулундинская равнина (низменность), Приобское плато, Бийско-Чумышская возвышенность (плато), Предалтайская и Предсалаирская предгорные равнины и межрегиональная структура – долина р. Оби [2, 3, 57].

3.1. Равнинные территории края

Приобское плато занимает значительную часть Алтая, располагаясь в левобережье долины Оби, к которой она обрывается крутым уступом ($30-60^{\circ}$) высотой 40-120 м. Долина Оби является ее северной границей. Восточная граница плато – долина р. Чарыша, на западе оно граничит с Кулундинской низменностью [2, 57].

Приобское плато – это слабоволнистая равнина. Рельеф полого-увалистый, холмисто-увалистый.

Оно разделено на отдельные водораздельные увалы параллельными «долинами (ложбинами) древнего стока» рек Алей, Барнаулка, Касмала, Кулунда и Бурла северо-восточного направления шириной 7-20 км и глубиной вреза в 50-150 м.

Увалы широкие (15-35 км), плосковершинные и пологосклонные. Углы наклона склонов увалов порядка $1-2^{\circ}$. Склоны увалов в северо-восточной и южных частях расчленены глубокими эрозионными формами: долинами, оврагами и балками. Степень расчлененности рельефа значительная, особенно на уступе плато к Оби.

Днища ложбин, а местами и их склоны, осложнены бугристо-грядовым рельефом.

Абсолютные отметки местности изменяются от 180-до 321 м (это максимальная отметка плато).



Рис. 6. Приобское плато и его склон

Бийско-Чумышская возвышенность - это возвышенная равнина (плато). Расположена она между IV надпойменной террасой Оби и Предсалаирской равниной (между долинами Оби, Бии и Чумыша) [2, 57].

По простиранию она вытянута в северо-западном направлении. Рельеф увалистый и полого-увалистый. Абсолютные отметки местности 200-300 м в северо-западной части плато и 350-400 м в юго-восточной части. Плато расчленено речной сетью, балками и оврагами северо-восточного простирания. Степень расчлененности рельефа высокая, как и на Приобском плато. Среднее расстояние между тальвегами 30-600 м. Врез местами достигает 100 м.

рельефа высокая, как и на Приобском плато. Среднее расстояние между тальвегами 30-600 м. Врез местами достигает 100 м.

Кулундинская равнина— это низменная плоско-вогнутая озерно-аллювиальная равнина, расположенная в западной части края, юго-западнее Приобского плато [2, 57]. Абсолютные отметки изменяются от 96 до 200 м. Минимальная отметка 96 м. Уклоны местности небольшие, не более 0,5-1,0⁰. Равнина эрозионно слабо расчленена оврагами.

Максимальную площадь низменности занимают плоские и слабоволнистые равнины с гривно-западинным рельефом, с многочисленными «степными блюдцами». При движении от центральной части низменности к периферии отмечаются две концентрически размещающиеся поверхности. На территории первой абсолютные отметки местности колеблются от 125 до 145 м, а в районе второй они повышаются до 150-160 м.



Рис. 7. Бийско--Чумышская возвышенность

В южной части Кулунды распространены бугристо-грядовые равнины с абсолютными отметками 160-200 м.



Рис. 8.Кулундинская равнина. Березовые колки

Предалтайская равнина (Алтайская предгорная равнина).

Западная часть ее расположена между Приобским плато и низкогорьем горной системы Алтай, а северная часть – между долиной Оби и низкогорьем Алтая. Длина ее 300 км [2, 57].

Равнина имеет волнистую поверхность, слабо наклоненную на север, к долине Оби.

Рельеф полого-увалистый и местами холмистый, расчлененный долинами рек, оврагов и балок. Абсолютные отметки местности изменяются от 200 до 400 м.



Рис. 9. Предалтайская равнина

Предсалаирская равнина расположена между Бийско-Чумышской возвышенностью (плато) и Салаирским кряжем [2, 57]. Длина равнины 200 км при ширине 20-30 км.

Рельеф холмисто-увалистый, расчлененный речной сетью и оврагами. Глубина вреза 50-70 м. Абсолютные отметки местности 250-400 м.

Долина р. Оби – межрегиональная линейная структура [2, 57].

Долина Оби представлена руслом, низкой и высокой поймой и четырьмя надпойменными террасами. Ширина долины от слияния Катунь и Бии до устья Чарыша 48-70 км, у села Калистратихи – 50 км, у Барнаула – 28 км, у Камня-на-Оби – 35 км.



Рис. 10. Предсалаирская равнина

До устья Чарыша пойма, преимущественно, левобережная шириной до 7 км, ширина правобережной поймы 1 км.

Левый берег Оби от устья Чарыша до устья р. Кучук крутой, обрывистый, интенсивно подмывается водами Оби. Здесь отсутствуют надпойменные террасы и слабо развита пойма. Тогда как на правом берегу эти структуры долины имеют большое распространение. Ширина поймы составляет порядка 5-10 км, а надпойменных террас 25-50 км.

От устья Кучука до Камня-на-Оби развита левобережная пойма шириной 15-25 км.

Первая – третья надпойменные террасы имеют бугристо-грядовый эоловый рельеф. Эрозионное расчленение проявлено слабо.

IV надпойменная терраса Оби располагается в правобережье Оби между III надпойменной террасой долины Оби и Бийско-Чумышской возвышенностью, протягиваясь от г. Бийска на юге до границы края на северо-западе [2, 57]. Ширина ее в северо-западной части 18-24 км, в юго-восточной части до 32-35 км.

Рельеф равнины эрозионно-аккумулятивный, полого-увалистый. Поверхность ее имеет пологоволнистую поверхность, слабый уклон к долине Оби (до 1^0), расчленена долинами рек (Чемровка, Большая Речка, Петровка, Бобровка, Лосиха, Повалиха), сухих логов, открывающихся на юго-запад в сторону долины Оби, а также многочисленными западинами. Долины рек шириной от 100 до 1500 м, глубина вреза 10-30 м.

3.2. Горные области Алтайского края

Система горных хребтов Алтая занимает юго-восточную часть Алтайского края. Они имеют среднюю высоту, обычно не превышающую 2400 м, и расположены веером, простираясь с юга последовательно к северу, северо-западу и к западу

С восточной границы Алтайского края на север прослеживаются Семинский, Чергинский и Ануйский хребты субмеридионального направления. Западнее расположен Бащелакский хребет северо-западной ориентации. Еще юго-западнее

находятся субширотные Колыванский, Тигирекский и Коргонский хребты. Южнее стыка Тигирекского и Коргонского хребтов отходит на юго-восток Коксуйский хребет [2].



Рис. 11. Низкогорье. Район Белокурихи

По высоте местности выделяются низкогорье с отметками 400-1000 м, среднегорье высотой 1000-2000 м и высокогорье с отметками более 2000 м. Низкогорье обрамляет Горный Алтай с запада, северо-запада и с севера каймой шириной 30-80 км. Высокогорье в пределах края занимает небольшой крайний юго-восточный участок размером 50x80 км.

Наиболее высокие горы: безымянная вершина с отметкой 2423 м и гора Загриха с пиком 2305 м на границе с Республикой Алтай в Башцелакском хребте, гора Черная с отметкой 2007 м в Тигирекском хребте на границе с Республикой Казахстаном, Королевский Белок (2299 м) в отроге Коргонского хребта у границы с Республикой Казахстан. Наивысшей отметкой в крае, 2490 м, обладает безымянная гора в Коргонском хребте в истоках реки Кумир у границы с Республикой Алтай. Местное население чтит горы Бабырган (1008 м) и Синюху (1206 м).

В низкогорье развиты плоские вытянутые водораздельные поверхности, прорезанные долинами рек. Между хребтами имеются межгорные котловины и вытянутые равнинные участки. В низкогорье нередко отмечаются горы с куполовидными или плоскими вершинами.

Углы наклона склонов небольшие, 15- 20⁰. Густота эрозионного расчленения велика: расстояние между тальвегами обычно меньше 400-600 м. Глубина

эрозионного расчленения обычно не столь значительна: относительные высоты низкогорья 100-500 м.

В среднегорье склоны крутизной 12-45⁰. Глубина расчленения 150-800 м.

В северо-восточной части края расположен низкогорный **Салаирский кряж**, протянувшийся с северо-запада на юго-восток (конечный участок кряжа имеет субмеридиональное направление) в пределах края на 160 км. В крае находится юго-западный склон кряжа. Ширина его 20-40 км (в пределах края). Главный хребет кряжа – Тягунский. Отметки местности 400-563 м. Основные вершины: гора Плоская (562 м) и две безымянные горы с отметкой 563 м.

Для кряжа характерен холмисто-увалистый эрозионный рельеф с плоскими и выпуклыми водораздельными пространствами с наклоном 3-12⁰. Сеть долин густая: среднее расстояние между тальвегами 350-550 м. Долины врезаны на 100-250 м.

4. Климат

Климат края резко континентальный с длительной морозной зимой, короткой, обычно сухой весной с возвратом холодов, коротким жарким летом и непродолжительной нередко дождливой осенью с ранними заморозками. Формируется в результате частой смены воздушных масс, поступающих из Атлантики, Арктики, Средней Азии и Восточной Сибири.

Среднегодовые температуры – положительные, 2,2-2.9⁰ С. Они повышаются к юго-западу края.

Средние температуры июля +19 - +21⁰ С, абсолютный максимум +38- +41⁰ С. Средние минимальные температуры января -16 - -18⁰ С, абсолютный зимний минимум -48- -52⁰С. Снежный покров, как правило, формируется в ноябре-декабре.

Наиболее сухой и жаркой является западная равнинная часть края. К востоку и северо-востоку происходит увеличение осадков от 230 мм (Кулунда) до 600-700 мм (северо-восточный Алтай) в год. Преимущественное направление ветров – юго-западное.

Климатические параметры региона приводятся по материалам многолетних наблюдений на метеостанциях края, а также согласно *СП 131.13330.2018. Строительная климатология (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99)* [48] и по данным Справочно-информационного портала "Погода и климат".

Климат северной и центральной частей Алтайского края освещается по материалам метеостанции «Барнаул». Использовались материалы наблюдения за 138-летним период (1881-2019 гг.).

Климат восточной части края осредненно приводится по данным метеостанции «Бийск-Зональная», западной части края по материалам метеостанции «Славгород», а южной части края по данным метеостанции «Рубцовск». Приводится также осредненный климат низкогорья Алтая по данным метеостанции «Змеиногорск».

Климат северной и центральной частей Алтайского края. Наиболее низкая температура -52⁰ С (абсолютный минимум), максимальная температура воздуха +38,3⁰С (абсолютный максимум). Годовая абсолютная амплитуда температуры воздуха равна 90,3⁰ С. Среднегодовая температура +2,3⁰ С.

Среднегодовое количество осадков составляет 422 мм. Во время тёплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 297 мм, во время холодного периода

(ноябрь – март) – 125 мм. Среднее количество дней с выпадением осадков составляет 220, из них 116 приходится на теплый сезон.

По количеству выпадающих атмосферных осадков Барнаул относится к провинции недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения 0,8). Суточный максимум осадков в теплый период – 66 мм. За год жидкие осадки составляют 55 %, твердые 38 % и смешанные (мокрый снег) 7 %.

Изменчивость годовых и месячных сумм осадков значительна. В наиболее дождливом 1908 г. выпало 670 мм осадков, в наиболее сухом 1973 г. – 258 мм. Велика изменчивость выпадения осадков по месяцам: в июле 1947 г. выпало 187 мм осадков (267 % нормы), в июле 1966 г. – 4 мм (5,7 % от месячной нормы). Иногда случаются ливневые дожди с большой суммой осадков (до 20–61 мм).

Относительная влажность в холодный период года варьирует в пределах 74–79 %, а в тёплый период составляет 55–73 %.

Средняя дата появления снежного покрова – 19 октября, образование устойчивого снежного покрова – 6 ноября, а схода его – 19 апреля. Средняя продолжительность залегания снежного покрова – 154 дня.

Средняя высота снежного покрова – 30 см на открытом участке и 43 см на защищенном. Наибольшая высота его отмечена в зиму 1937/1938 гг. – 86 см, а наименьшая – 20 см в зиму 1948/1949 гг.

Запас воды в снеге в среднем составляет 71 мм.

Максимальная глубина промерзания грунтов за период 1881–2012 гг. составила 219 см в апреле 1905 г., наименьшая – 75 см в марте 1922 г. Средняя глубина промерзания грунтов – 133 см.

Наибольшей повторяемостью в течение всех сезонов отмечаются ветры юго-западного, южного и западного направлений. Летом часты также северные и северо-восточные ветры (табл. 12).

В степных районах края с усилением ветра связано возникновение суховеев (до 8-20 дней в году). В зимние месяцы в периоды с активной циклонической деятельностью в крае повсеместно отмечаются метели, которые повторяются 30-50 дней в году.

Преобладание малооблачной погоды обеспечивает значительный приток солнечной радиации. Продолжительность солнечного сияния составляет 2000-2300 часов в год, средняя суммарная продолжительность солнечного сияния за год – 2180 часов. Количество суммарной радиации достигает 4500-4800 МДж/м² в год.

Ниже в табл. 2–13 приведены климатические параметры Барнаула по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Барнаул» за 138-летний период наблюдений (1881–2019 гг.). Использованы также климатические данные Барнаула на сайте «Погода и климат».

Таблица 2

Среднегодовая температура и средняя температура воздуха по месяцам

Месяцы												Средне-годовая
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-16,4	-14,7	-6,9	4,0	12,2	17,9	19,8	17,0	10,9	3,4	-6,5	-13,5	2,3

Таблица 3
 Абсолютные температуры воздуха, °С

Месяц	Абсолютный минимум	Средняя	Абсолютный максимум
январь	-51,2 (1931 г.)	-15,5	5,3 (1997 г.)
февраль	-46,1 (1951 г.)	-13,7	7,4 (1983 г.)
март	-38,9 (1954 г.)	-6,5	16,4 (1989 г.)
апрель	-27,6 (1987 г.)	3,8	32,3 (1997 г.)
май	-8,8 (2000 г.)	12,8	37,4 (1980 г.)
июнь	-1,2 (1968 г.)	17,7	36,6 (1988 г.)
июль	2,9 (1988 г.)	19,9	38,3 (1953 г.)
август	0,0 (1951 г.)	17,4	38,3 (2002 г.)
сентябрь	-7,8 (1971 г.)	11,0	34,0 (1966 г.)
октябрь	-27,0 (1976 г.)	3,8	27,4 (1971 г.)
ноябрь	-42,8 (1952 г.)	-6,3	16,6 (2017 г.)
декабрь	-43,9 (1955 г.)	-12,9	7,2 (1958 г.)
год	-51,2 (1931 г.)	2,6	38,3 (1953 г.)

Таблица 4

Осадки, мм

Месяц	Норма	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	24	79 (1898)	17 (1996)
февраль	18	71 (1970)	21 (1970)
март	17	60 (1910)	28 (2018)
апрель	29	97 (2004)	19 (1972)
май	40	97 (2018)	25 (2001)
июнь	55	118 (2002)	54 (2004)
июль	68	187 (1947)	66 (1990)
август	44	148 (1842)	66 (1970)
сентябрь	34	92 (1903)	26 (1996)
октябрь	37	112 (1961)	31 (1979)
ноябрь	37	89 (2012)	30 (2009)
декабрь	31	73 (1905)	17 (1962)
год	422	636 (1908)	66 (1970)

Таблица 5

Число дней с твердыми, жидкими и смешанными осадками

Вид осадков	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
твердые	22	18	13	4	0,4	0	0	0	0,2	4	14	24	100
смешанные	0,4	1	3	5	1	0,1	0	0	1	6	4	1	23
жидкие	0	0	1	7	15	16	17	16	15	8	2	0	97

Таблица 6

Относительная влажность воздуха, %

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
78	76	74	63	55	64	70	70	69	73	79	79	71

Таблица 7

Среднемесячные значения парциального давления водяного пара в гПа

Месяца	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Парциальное давление гПа	1,7	1,8	3,0	5,2	7,6	12,6	15,6	13,3	8,8	5,7	3,4	2,1	6,7

Таблица 8

Облачность, в баллах

месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
общая	6,5	6,0	5,6	6,0	6,1	5,8	6,0	5,7	6,1	6,9	7,1	7,1	6,2
нижняя	2,5	2,1	2,2	3,1	3,3	3,3	3,2	3,1	3,5	4,2	4,3	3,5	3,2

Таблица 9

Число ясных, облачных и пасмурных дней

Месяц	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Общая облачность													
ясных	4	5	6	4	3	3	2	3	4	3	3	2	4
ых													2

обла- ч- ны х	14	13	16	17	20	20	22	21	17	13	12	13	198
пас- мурн ых	13	10	9	9	8	7	7	7	9	15	15	16	125
Нижняя облачность													
ясн ых	18	17	19	14	12	11	11	12	12	11	11	13	161
обла- ч- ны х	11	9	10	14	17	18	19	18	15	14	12	14	171
пас- мурн ых	2	2	2	2	2	1	1	1	3	6	7	4	33

Таблица 10

Снежный покров, толщина в см

Месяц	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	год
число дней	0	0	0,1	5	24	31	31	28	31	11	0,1	0	161
высота (см)	0	0	0	1	8	23	38	47	45	6	0	0	
макс. высота (см)	0	0	21	20	50	77	83	86	79	70	14	0	86

Таблица 11

Скорость ветра, м/с

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
2,3	2,4	2,5	3,0	2,7	2,0	1,6	1,7	2,2	2,7	2,8	2,8	2,4

Таблица 12

Повторяемость различных направлений ветра по румбам

Направление	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
С	2	2	3	5	6	8	9	10	5	3	2	1	5
СВ	3	4	4	8	10	14	14	12	9	5	3	2	7
В	7	7	10	11	11	11	12	10	10	7	7	8	9

ЮВ	8	6	5	4	5	6	7	7	5	5	6	7	6
Ю	28	28	20	16	14	14	13	13	17	21	26	29	20
ЮЗ	36	34	29	23	20	17	13	15	22	34	32	34	26
З	13	14	22	23	22	18	17	18	21	18	19	15	18
СЗ	3	5	7	10	12	12	15	15	11	7	5	4	9
штиль	18	17	13	8	11	15	17	17	13	10	10	11	13

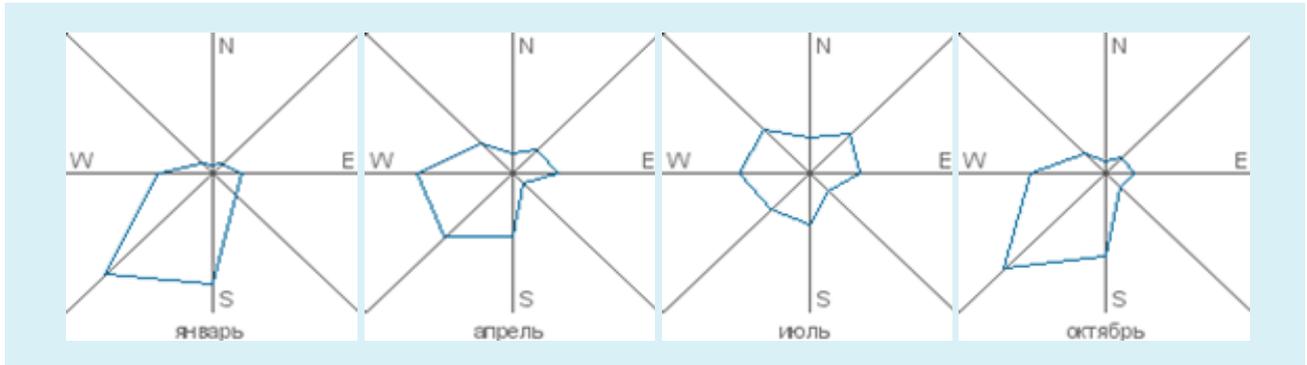


Рис. 12. Розы ветров в январе, апреле, июле, октябре



Рис. 13. Среднегодовая роза ветров по г. Барнаулу

Таблица 13

Число дней с различными явлениями

Явление	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
дождь	0,4	1	3	12	17	16	17	15	16	14	6	1	118
снег	22	20	16	9	2	0,1	0	0	1	10	18	24	122

туман	1	1	1	1	1	1	3	4	2	1	1	1	1	8
мгла	0	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0,1	0,1	0	0	0	0
гроза	0	0	0	0,3	4	8	11	6	2	0,2	0,03	0	0	32
метель	12	11	7	1	0	0	0	0	0	1	7	14	14	53
гололёд	0,03	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	1
изморозь	5	5	3	0,1	0	0	0	0	0	0,2	3	4	4	20

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2018. Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99), необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей.

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март). Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна -41°C . Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна -40°C . Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна -39°C , обеспеченностью 0,92 – -36°C . Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна -23°C . Абсолютная минимальная температура воздуха – -52°C . Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – $10,0^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $<0^{\circ}\text{C}$ равна 163 дням (при средней температуре этого периода $-11,2^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $<+8^{\circ}\text{C}$ – 214 дням (при средней температуре этого периода $-7,5^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $<+10^{\circ}\text{C}$ – 231 дням (при средней температуре этого периода $-6,3^{\circ}\text{C}$).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 77 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 71 %. Количество осадков за ноябрь – март: 125 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль: юго-западное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 3,9 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $<8^{\circ}\text{C}$ – 3,4 м/с.

Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь). Барометрическое давление – 999 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна $+24^{\circ}\text{C}$, обеспеченностью 0,98 – $+28^{\circ}\text{C}$. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – $+26,6^{\circ}\text{C}$. Абсолютная максимальная температура воздуха – $+38^{\circ}\text{C}$. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – $12,6^{\circ}\text{C}$. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 67 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 49 %. Количество осадков за апрель –

октябрь: 297 мм. Суточный максимум осадков – 66 мм. Преобладающее направление ветра за июнь – август: западное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 0 м/с.

Климат восточной части Алтайского края (по данным метеостанции «Бийск-Зональная»). Близость к горным системам Алтая и Салаира, смягчает климат, формируя более комфортную погоду.

Среднегодовая температура воздуха +2,2 °С. Наименьшие температуры воздуха за всю историю метеонаблюдений отмечались в начале января 2001 года: –51,8 °С, наибольшие — в конце июля 2012 г.: +38,9 °С.

Среднегодовое количество осадков достаточное - 553 мм. Во время тёплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 367 мм, во время холодного периода (ноябрь – март) – 186 мм. В летний период осадков в Бийске выпадает больше, чем в других городах Алтайского края, более удаленных от гор. Распределение осадков по месяцам в Бийске равномернее, чем в Барнауле.

Город Бийск и Бийский район характеризуются наименьшей среднегодовой скоростью ветра в Алтайском крае. В конце декабря и в январе ветер может отсутствовать много дней подряд.

Климат Бийского района благоприятен для сельского хозяйства.

Ниже в табл. 14-17 приведены климатические параметры по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Биск-Зональная» и согласно СП 131.13330.2018. *Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99)*.

Таблица 14

Среднегодовая температура и средняя температура воздуха по месяцам

Месяцы												Средне- год овая
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-16,9	-15,1	-7,3	4,1	12,3	17,8	19,8	17,1	10,9	3,5	-6,3	-13,5	+2,2

Таблица 15

Абсолютная температура воздуха

Месяц	Абсолютный минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолютный максимум
январь	-51,8 (2001)	-21,2	-15,8	-10,1	6,5 (1983)
февраль	-50,6 (1943)	-19,9	-14,2	-7,6	9,9 (1978)
март	-43,1 (1971)	-12,6	-6,9	-0,4	17,4 (1989)
апрель	-31,5 (1950)	-1,3	4,0	10,8	33,7 (1997)

май	-7,8 (2017)	6,1	12,9	20,5	36,7 (1980)
июнь	-1,2 (1964)	11,2	17,6	24,5	36,6 (1977)
июль	2,0 (1940)	13,7	20,0	26,6	38,9 (1992)
август	-2,1 (1937)	11,3	17,5	24,7	38,8 (2002)
сентябрь	-7,6 (1954)	5,2	11,1	18,2	34,8 (2010)
октябрь	-24,1 (1976)	-0,7	3,9	10,1	28,4 (1997)
ноябрь	-43,9 (1987)	-10,3	-6,2	-1,3	19,7 (1978)
декабрь	-50,5 (1966)	-17,6	-12,7	-7,8	10,8 (1989)
год	-51,8 (2001)	-3,0	2,6	9,0	38,9 (1992)

Таблица 16

Осадки в мм

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	32	4 (1998)	101 (1966)	28 (1979)
февраль	27	1 (2012)	83 (1966)	28 (2014)
март	25	1 (1998)	109 (2002)	55 (2002)
апрель	42	6 (1997)	115 (2004)	33 (1954)
май	52	8 (1965)	143 (2018)	41 (2001)
июнь	58	7 (1981)	161 (2002)	42 (1993)
июль	64	10 (1962)	153 (1972)	59 (1994)
август	56	7 (2010)	151 (1947)	59 (1950)
сентябрь	47	11 (2007)	124 (1992)	36 (1977)
октябрь	45	12 (1947)	139 (2014)	39 (1942)
ноябрь	54	7 (1956)	136 (1968)	35 (2010)

декабрь	46	6 (1967)	111 (2000)	28 (1959)
год	553	277 (1986)	849 (2002)	59 (1950)

Таблица 17
Среднемесячные значения парциального давления водяного пара в гПа

Месяца	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Парциальное давление гПа	1,7	1,8	3,1	5,5	8,2	13,2	16	13,7	9,2	6	3,5	2.1	7

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2018. Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99*), необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей.

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март). Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна -44 С. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна -42 С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна -41⁰ С, обеспеченностью 0,92 – -37⁰ С. Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна -23⁰ С. Абсолютная минимальная температура воздуха – -51⁰ С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – 12,0⁰ С.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха <0⁰ С равна 162 дням (при средней температуре этого периода -11,4⁰ С), со средней суточной температурой <+8⁰ С – 213 дням (при средней температуре этого периода -7,7⁰С), со средней суточной температурой <+10⁰С – 234 дням (при средней температуре этого периода -6,4⁰С).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 78 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 72 %. Количество осадков за ноябрь – март: 186 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль: юго-западное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4,9 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха <8⁰ С – 2,3 м/с.

Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь). Барометрическое давление – 993 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна +25⁰С, обеспеченностью 0,98 – +28⁰ С. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – +26,9⁰ С. Абсолютная максимальная температура воздуха – +40⁰ С. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – 13,5⁰ С. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 70 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 51 %. Количество осадков за апрель – октябрь: 3 6 7 мм. Суточный максимум осадков – 60 мм. Преобладающее

направление ветра за июнь – август: западное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 0 м/с

Климат западной части Алтайского края по материалам метеостанции «Славгород».

Климат резко континентальный. Наиболее низкая температура $-47,9^{\circ}\text{C}$ (абсолютный минимум), максимальная температура воздуха $+40,2^{\circ}\text{C}$ (абсолютный максимум). Годовая абсолютная амплитуда температуры воздуха равна $90,3^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура $+2,4^{\circ}\text{C}$. Средняя температура января $17,7^{\circ}\text{C}$, июля – $21,1^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовое количество осадков составляет 316 мм. Во время тёплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 223 мм, во время холодного периода (ноябрь – март) – 93 мм.

Суточный максимум осадков в тёплый период – 59 мм. Месячный максимум осадков 161 мм, месячный минимум – 6 мм.

Наибольшей повторяемостью в течение всех сезонов отмечаются ветры юго-западного, южного и северного направлений.

Ниже в табл. 18-21 приведены климатические параметры по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Славгород» и согласно СП 131.13330.2018. *Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99)*.

Таблица 18

Среднегодовая температура и средняя температура воздуха по месяцам

Месяцы												Средне- годовая
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-17,7	-16,5	-8,5	4,9	13,3	19,5	21,1	18,3	12,0	3,7	-6,6	-14,2	+2,4

Таблица 19

Абсолютная температура воздуха

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-47,9 (1969)	-20,8	-17,7	-11,8	3,6 (2002)
февраль	-44,8 (1943)	-19,9	-16,5	-10,0	3,9 (2020)
март	-37,4 (1954)	-12,8	-8,5	-2,6	21,5 (2014)
апрель	-26,1 (1969)	-0,7	4,9	11,6	33,2 (1972)
май	-8,4 (1946)	6,9	13,3	21,5	38,3 (1980)
июнь	-1,8 (1987)	12,7	19,5	26,5	40,2 (2010)

июль	4,6 (2009)	15,2	21,1	27,8	40,2 (1936)
август	-0,4 (1967)	12,6	18,3	25,8	39,5 (1998)
сентябрь	-8,5 (1938)	6,4	12,0	19,1	35,8 (2007)
октябрь	-22,8 (1966)	-0,2	3,7	10,0	27,1 (1997)
ноябрь	-41,3 (1952)	-10,1	-6,6	-2,2	14,8 (1998)
декабрь	-43,7 (1966)	-17,7	-14,2	-8,9	6,2 (2013)
год	-47,9 (1969)	-2,4	2,4	8,9	40,2 (2010)

Таблица 20

Осадки, в мм

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	19	4 (1998)	101 (1966)	28 (1979)
февраль	14	1 (2012)	83 (1966)	28 (2014)
март	14	1 (1998)	109 (2002)	55 (2002)
апрель	18	6 (1997)	115 (2004)	33 (1954)
май	25	8 (1965)	143 (2018)	41 (2001)
июнь	44	7 (1981)	161 (2002)	42 (1993)
июль	52	10 (1962)	153 (1972)	59 (1994)
август	36	7 (2010)	151 (1947)	59 (1950)
сентябрь	25	11 (2007)	124 (1992)	36 (1977)
октябрь	27	12 (1947)	139 (2014)	39 (1942)
ноябрь	23	7 (1956)	136 (1968)	35 (2010)
декабрь	22	6 (1967)	111 (2000)	28 (1959)
год	316	277 (1986)	849 (2002)	59 (1950)

Таблица 21
Среднемесячные значения парциального
давления водяного пара в гПа

Месяца	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Парциальное давление гПа	1,6	1,7	3,1	5,6	7,5	11,6	14,8	12,5	8,4	5,8	3,5	2.1	6,5

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2019. *Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99*)*, необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей.

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март). Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна – 44⁰ С. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна – 41⁰ С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна – 40⁰ С, обеспеченностью 0,92 – – 37⁰ С. Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна – 24⁰ С. Абсолютная минимальная температура воздуха – 48⁰ С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – 9,5⁰ С.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха <0⁰ С равна 162 дням (при средней температуре этого периода – 12,3⁰ С), со средней суточной температурой <+8⁰ С – 206 дням (при средней температуре этого периода – 8,8⁰ С), со средней суточной температурой <+10⁰ С – 222 дням (при средней температуре этого периода – 7,5⁰ С).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 80 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 76 %. Количество осадков за ноябрь – март: 93 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль южное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4,9 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха <8⁰ С – 4,1 м/с.

Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь). Барометрическое давление – 1004 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна +26⁰ С, обеспеченностью 0,98 – +30⁰ С. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – +28,2⁰ С. Абсолютная максимальная температура воздуха – +40⁰ С. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – 13,1⁰С. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 58 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 42 %. Количество осадков за апрель – октябрь: 223 мм. Суточный максимум осадков – 70 мм. Преобладающее направление ветра за июнь – август: северное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 3,4 м/с.



Рис. 14. Золотая осень на Алтае

Климат южной части Алтайского края дается по материалам метеостанции «Рубцовск».

Климат резко континентальный сухой. Характеризуется жарким и коротким летом, холодной малоснежной зимой с сильными ветрами и метелями, непродолжительной весной с возвратом холодов, коротким и жарким летом, непродолжительной осенью с дождями и ранними заморозками.

Южная часть края равнинная (степь) и получает меньшее количество осадков по сравнению с центральной, северной и восточной частями края. Количество солнечной радиации повышенное.

Среднегодовая температура воздуха - $+2,8^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха в январе - $-16,3^{\circ}\text{C}$, июля $+20,6^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры - $-46,9^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум - $+40,4^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовое количество осадков - 398 мм. Во время тёплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 242 мм, во время холодного периода (ноябрь – март) – 96 мм. Наибольшее количество их отмечается в июле – 60,1 мм. Среднегодовая относительная влажность воздуха - 70 %. Среднемесячная влажность — от 59 % в мае до 76 % в декабре.

Преобладающее направление ветра – южное. Среднегодовая скорость ветра — 2,8 м/с. Среднемесячная скорость — от 1,9 м/с в августе до 3,4 м/с в ноябре.

Солнечных дней в году более трети, они чаще наблюдаются в летний период.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0°C наблюдается весной 5 апр., осенью – 31 окт., продолжительность теплого периода выше нуля составляет в среднем 195-209 дней, выше 5 градусов – 174 дня.

Устойчивое промерзание почвы наступает в среднем к 1 ноября, наибольшее промерзание около 270 см.

Снежный покров устанавливается 11 ноября. Наибольшей высоты снежный покров достигает к концу второй декады февраля. Число дней со снежным покровом составляет 130. Разрушение снежного покрова происходит 3 апреля. Существенное значение для влагообеспеченности территории имеют накопленные к началу весны за счет зимних осадков запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. Суховеи, сильные ветры, пыльные бури и поздние весенние заморозки ухудшают агроклиматические условия территории.

Ниже в табл. 22-33 приведены климатические параметры по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Рубцовск» и согласно СП 131.13330.2018. Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99).

Таблица 22
Среднегодовая температура и средняя температура воздуха по месяцам

Месяцы												Средне- годовая
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-16,3	-15,1	-7,6	4,9	13,3	19,0	20,6	18,1	11,9	4,2	-5,6	-13,2	+2,8

Таблица 23

Абсолютная температура воздуха

Месяцы	Абсолютный минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолютный максимум
январь	-46,9 (2001)	-20,2	-16,3	-10,9	4,7 (1983)
февраль	-44,1 (1996)	-19,6	-15,1	-8,7	5,2 (2002)
март	-34,1 (1999)	-12,3	-7,6	-1,3	20,4 (1989)
апрель	-21,6 (1984)	-0,6	4,9	12,2	21,2 (1997)
май	-6,7 (2000)	6,7	13,3	21,4	37,3 (1980)
июнь	-1,1 (1987)	12,2	19,0	26,4	37,8 (1988)
июль	2,6 (2009)	14,5	20,6	27,7	40,4 (1992)
август	2,4 (2011)	11,9	18,1	26,0	39,6 (2002)
сентябрь	-7,5 (2008)	5,7	11,9	19,7	35,6 (2010)
октябрь	-19,6 (1987)	-0,2	4,2	10,5	27,2 (1997)
ноябрь	-42,0 (1987)	-9,3	-5,6	-0,8	17,1 (2017)
декабрь	-45,4 (2012)	-16,9	-13,2	-7,8	40,4 (1992)

год	-46,9 (2001)	-2,1	2,8	10.5	40,0 (1974)
-----	--------------	------	-----	------	-------------

Таблица 24

Норма осадков в мм

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
14,1	13,7	14,8	21,2	32,8	41,6	60,1	35,9	26,9	27,3	27,2	18,6	338

Таблица 25

Среднее число дней с осадками

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
10,5	8,9	9,0	6,2	8,7	9,0	11,5	8,2	7,5	10,9	13,2	11,1	114,5

Таблица 26

Среднее количество дождливых дней

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
1,1	0,5	5,8	11,0	10,6	11,1	13,2	9,4	9,7	10,0	3,6	1,4	87,4

Таблица 27

Относительная влажность воздуха, %

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
80	82	87	67	51	52	54	51	54	69	83	89

Таблица 28

Среднее число дней с заморозками

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Число дней с заморозками	30,9	27,9	28,9	12,2	2,9	0,0	0,0	0,0	2,9	14,7	25,1	30,2	175,7

Таблиц 29

Средние снеговые осадки в мм

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средние снеговые осадки в мм	69	68	77	24	6	0	0	0	1	39	171	127

Таблица 30

Среднее количество снежных дней

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Число дней с заморозками	11,3	10,1	10,4	2,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,2	4,5	14,3	12,1

Таблица 31

Скорость ветра м/с

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
6,3	6,2	6,6	5,9	6,2	5,2	5,2	5,3	5,3	6,2	7,2	7,5

Таблица 32

Среднемесячные значения парциального давления водяного пара в гПа

Месяца	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Парциальное давление гПа	1,7	1,9	3,2	5,7	8,4	12,6	15,6	13,1	8,8	5,9	3,5	2,1	6,9

Таблица 33

Количество ясных/облачных дней

Количество дней	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год
Ясных	5	4	4	8	12	10	10	15	13	7	4	5	97
Облачных	26	25	27	22	19	20	21	16	17	24	26	26	269

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2019. *Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99*)*, необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей.

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март). Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна – 43⁰ С. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна – 41⁰ С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна – 40⁰ С, обеспеченностью 0,92 – – 37⁰ С.

Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна -22°C . Абсолютная минимальная температура воздуха – -49°C . Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – $10,2^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха $<0^{\circ}\text{C}$ равна 159 дням (при средней температуре этого периода $-11,4^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $<+8^{\circ}\text{C}$ – 207 дням (при средней температуре этого периода $-7,8^{\circ}\text{C}$), со средней суточной температурой $<+10^{\circ}\text{C}$ – 222 дням (при средней температуре этого периода $-6,6^{\circ}\text{C}$).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 76 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 74 %. Количество осадков за ноябрь – март: 96 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль южное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 7,2 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха $<8^{\circ}\text{C}$ – 5,3 м/с.

Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь). Барометрическое давление – 994 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна $+26^{\circ}\text{C}$, обеспеченностью 0,98 – $+29^{\circ}\text{C}$. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – $+28,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютная максимальная температура воздуха – $+41^{\circ}\text{C}$. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – $13,9^{\circ}\text{C}$. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 64 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 44 %. Количество осадков за апрель – октябрь: 242 мм. Суточный максимум осадков – 61 мм. Преобладающее направление ветра за июнь – август северное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 3,6 м/с.

Климат низкогорья Алтая приводится по материалам метеостанции «Змеиногорск».

Климат умеренно-континентальный, смягчен нахождением местности в горах, обуславливающих более комфортную погоду: менее суровую зиму, лето менее жаркое, чем в других районах края, большие осадки, особенно в теплый период года, и меньшие скорости ветра.

Среднегодовая температура воздуха низкогорья наибольшая в Алтайском крае – $+2,9^{\circ}\text{C}$. Средняя температура воздуха в январе наименьшая в крае – $-14,7^{\circ}\text{C}$, а июля $+19,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры – $-47,3^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум – $+40,0^{\circ}\text{C}$.

Среднегодовое количество осадков большое – 691 мм. Во время теплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 428 мм, во время холодного периода (ноябрь – март) – 263 мм. Особенно обильны они в июле – 85 мм. В холодный период много осадков в ноябре – 70 мм.

Среднегодовая относительная влажность воздуха — 70 %. Среднемесячная влажность — от 59 % в мае до 76 % в декабре.

Преобладающее направление ветра – южное. Среднегодовая скорость ветра — 2,8 м/с. Среднемесячная скорость — от 1,9 м/с в августе до 3,4 м/с в ноябре.

Солнечных дней в году более трети, они чаще наблюдаются в летний период.

Ниже в табл. 34-37 приведены климатические параметры по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Змеиногорск» и согласно СП 131.13330.2018. Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99).

Таблица 34
Среднегодовая температура и средняя температура воздуха по месяцам

Месяцы												Средне- годова я
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-14,7	-13,5	-6,8	4,4	12,4	17,6	19,3	16,9	11,2	4,2	-5,1	-11,6	+2,9

Таблица 35

Абсолютная температура воздуха

Месяцы	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-47,3 (2001)	-18,6	-14,7	-7.4	8,1 (2007)
февраль	-47,5 (1969)	-18,1	-13,5	-5.8	1,3 (1963)
март	-38,9 (1971)	-12,1	-6,8	-0.2	19,3 (1997)
апрель	-26,2 (1979)	-1,4	4,4	11.1	30,9 (1972)
май	-12,4 (1931)	5,5	12,4	20.7	36,5 (2004)
июнь	-3,0 (1971)	10,4	17,6	24.9	36,1 (1995)
июль	0,0 (1974)	13,0	19,3	26.4	40,0 (1974)
август	-2,0 (1948)	10,2	16,9	25.0	37,9 (1929)
сентябрь	-8,3 (1969)	4,5	11,2	19.1	35.1 (2007)
октябрь	-26,5 (1901)	-0,6	4,2	10.8	27,8 (1971)

ноябрь	-44,5 (1987)	-9,4	-5,1	0.4	19,7 (2017)
декабрь	-48,9 (1938)	-15,8	-11,6	-5.6	8,6 (1955)
год	-48,9 (1938)	-2,7	2,9	10.0	40,0 (1974)

Таблица 36

Осадки, мм

Месяц	Норма	Месячный минимум	Месячный максимум	Суточный максимум
январь	44	0.0 (2016)	142 (1971)	32 (2017)
февраль	39	3 (1927)	108 (1972)	39 (2006)
март	42	6 (1988)	119 (1968)	53 (1976)
апрель	50	3 (1927)	124 (1998)	36 (1954)
май	66	2 (1974)	176 (1954)	60 (1954)
июнь	57	2 (1981)	172 (1966)	63 (1966)
июль	85	6 (1974)	228 (1947)	64 (1903)
август	55	8 (1955)	176 (1994)	67 (1988)
сентябрь	47	3 (1997)	147 (1975)	44 (1937)
октябрь	66	8 (1934)	239 (1907)	68 (1957)
ноябрь	70	0.0 (2015)	151 (2012)	45 (2018)
декабрь	60	4 (1930)	132 (2019)	32 (1940)
год	691	323 (1935)	991 (1903)	68 (1957)

Таблица 37

Среднемесячные значения парциального давления водяного пара в гПа

Месяца	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
--------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----	-----

Парциальное давление гПа	1,8	2,0	3,0	5,4	8,1	12,5	15,0	12,7	8,5	5,7	3,5	2,3	6,7
--------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2019. *Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99*)*, необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей.

Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март). Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна – 44° С. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна – 41° С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна – 42° С, обеспеченностью 0,92 – – 37° С. Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна – 23° С. Абсолютная минимальная температура воздуха – – 49° С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – 12,2° С.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха <0° С равна 160 дням (при средней температуре этого периода – 10,1° С), со средней суточной температурой <+8° С – 210 дням (при средней температуре этого периода – 6,7° С), со средней суточной температурой <+10° С – 228 дням (при средней температуре этого периода – 5,4° С).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 74 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 66 %. Количество осадков за ноябрь – март: 263 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль: южное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 5,2 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха <8°С – 3,2 м/с.

Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь). Барометрическое давление – 978 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна +25° С, обеспеченностью 0,98 – +28° С. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – +26,4° С. Абсолютная максимальная температура воздуха – +40° С. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – 14,0° С. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 67 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 48 %. Количество осадков за апрель – октябрь: 428 мм. Суточный максимум осадков – 113 мм. Преобладающее направление ветра за июнь – август: южное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 2,4 м/с.

В целом, климатические условия территории Алтайского края являются наиболее благоприятными и комфортными для человека, чем в остальных районах Западной и Восточной Сибири. Зимы менее суровые, количество влаги умеренное (за исключением Кулунды), количество солнечных дней высокое, как в Крыму.

Наиболее комфортным для проживания людей является климат южной части Предалтайской равнины и прилегающего к ней низкогорья: относительно мягкая зима по сравнению с другими районами края, не такое жаркое лето, достаточное

количество осадков (600-700 мм). Довольно комфортными являются и климатические условия остальной части Предалтайской равнины и низкогорья до высот 600-700 м.

Наиболее низким комфортом отличается климат Кулунды: более суровая зима, более жаркое лето, резкое недостаточность увлажнения (250-320 мм), сильные ветра, частые метели, неустойчивый снежный покров.

Вегетационный период в крае позволяет выращивать все зерновые и овощные культуры, а также садовые деревья и кустарники. Но Кулунда является зоной рискованного земледелия из-за засушливого климата.

5. Гидрология (поверхностные воды)

Регион характеризуется значительным количеством водотоков и водоемов.

5.1. Реки

Всего в Алтайском крае насчитывается 17085 рек общей протяженностью 51004 км [2, 91]. Из них 16309 рек – длиной менее 10 км, 776 – длиной более 10 км, в т.ч. 32 реки протяженностью более 100 км, из них 3 – более 500 км. 9700 рек имеют более или менее постоянные водотоки. В табл. 38 приведено количество рек в зависимости от их длины.

Таблица 38

Бассейны	Количество рек по их длине								Всего по бассейнам и краю	
	менее 10 км		10-100 км		100-500 км		500-1000 км		кол-во	длина км
	кол-во	длина	кол-во	длина	кол-во	длина	кол-во	длина		
Бассейн Оби	15808	26127	685	15080	26	4284	3	2049	16522	47540
Обь-Иртышское междуречье	501	957	59	1485	3	1022	-	-	563	3464
Всего по краю	16309	27084	744	16565	29	5306	3	2049	17085	51004
% от общего количества	95	53	5	33	0	10	0	4	100	100

Примечание: в число рек длиннее 500 км не вошли Обь и Катунь.

Суммарный поверхностный сток рек Алтайского края составляет 53,5 км³ в год. В бассейне Оби, занимающем 70% территории края, формируется 53 км³ вод поверхностного стока. В бессточной области Обь-Иртышского междуречья (30% территории) формируется только 0,5 км³ стока.

Питание рек осуществляется за счет атмосферных вод (дождей), талых вод (в том числе и за счет снежников и ледников высокогорья) и грунтовых вод. Значение этих факторов в различных частях края не одинаково. В средне- и высокогорной зонах за счет таяния снегов формируется 50% стока, дождей – 30%, грунтовых вод – 20%. По мере снижения высот местности (низкогорье Алтая), доля дождей уменьшается до 20%, а грунтовых вод увеличивается до 30%. Еще ниже (на Салаире, Предалтайской и Предсалаирской равнинах, Бийско-Чумышской возвышенности и Приобском плато) за счет таяния сезонных снегов формируется 60-80% стока, дождей - 5-15%, грунтовых вод – 15-25%. В бессточной части края доля снегов 90-100%, дождей - 2-3%, грунтовых вод – 5-7%.

Основной фазой водного режима рек является половодье. На горных реках оно происходит в весенне-летнее время, на равнинных – весной. В половодье осуществляется большая часть стока, а для рек Кулунды – весь сток.

Отмечается 3 типа водного режима рек края: реки с весенне-летним половодьем, реки с весенне-летним половодьем и дождевыми паводками в теплое время года и реки с весенним половодьем.

Для рек среднегорной территории половодье весенне-летнее, в значительной мере за счет таяния снежников и сезонных снегов, с частыми дождевыми паводками. Подъем уровня воды начинается в апреле, максимальные уровни отмечаются в июне, реже в конце мая или в начале июля. Спад половодья заканчивается в августе. Высота подъема уровней 2-4 м. Продолжительность половодья 110-130 дней.

Для рек низкогорья характерно многопиковое весеннее половодье с дождевыми паводками в теплый период года. Половодье начинается в первой декаде апреля, максимальные уровни наблюдаются в конце апреля-середине мая, заканчивается в середине-конце июня. Уровни поднимаются на 3-5 м. Продолжительность половодья на малых реках составляет 2-2,5 месяцев, на средних реках – 3-3,5 месяца. Большая часть паводков наблюдается в начале лета и осенью.

Для рек предгорий Алтая и Салаира, Бийско-Чумышской возвышенности половодье начинается в конце марта-начале апреля и продолжается до середины-конца мая. Продолжительность его 2-2,5 месяца. В период половодья проходит 70-80% стока. Подъем уровней 3-3,5 м, в многоводные годы 4-5 м. Паводки отмечаются в июне и октябре.

Для рек равнинной части края характерно короткое весеннее половодье со стоком 80-100% от годового объема. Начинается оно в первой декаде апреля и заканчивается в конце мая-начале июня, а на временных водотоках в конце апреля. Чаще половодье проходит одной волной с высотой поднятия уровня 2-4 м.

После половодья в Кулунде реки обычно пересыхают, за исключением Бурлы, Кулунды и Кучука.

После половодья на реках Алтая устанавливается летне-осенняя межень с дождевыми паводками. Продолжительность ее в реках среднегорья 30-50 дней, в реках низкогорья 100-120 дней, в реках предгорья и равнинных реках порядка 150 дней.

Зимняя межень для рек среднегорья, низкогорья, предгорий и равнинной территории устанавливается в ноябре и длится 140-150 дней до конца марта. Минимальные уровни отмечаются в феврале-марте. В зимнюю межень питание рек происходит только за счет грунтовых вод.

Основной водной артерией региона является **река Обь**, образовавшаяся при слиянии Катуня и Бии. Длина Катуня – 688 км, Бии – 301 км. Впадает Обь в Обскую губу Карского моря.

Река Обь является одной из крупнейших рек мира. Имеет площадь водосбора 2990 тыс. км² и общую длину 3640 км [2, 57, 91]. Длина Оби с Иртышом 5410 км, и по длине она является четвертой рекой мира. В пределах края ее длина 493 км, площадь водосбора 209,5 тыс. км².

Основные притоки Оби в пределах края: в левобережье (сверху вниз по течению): Песчаная (длина 276 км), Ануй (327 км), Чарыш (547 км), Алей (866 км), Барнаулка (207 км), Касмала (119 км). В правобережье главные притоки Оби:

Чемровка (123 км), Большая Речка (258 км), Петровка (88 км), Бобровка (95 км), Лосиха (150 км), Чесноковка (123 км), Черемшанка (54 км), Повалиха (100 км), Чумыш (644 км).

Долина Оби представлена руслом, низкой и высокой поймой и четырьмя надпойменными террасами.



Рис. 10. Предсалаирская равнина

Левый берег Оби от устья Чарыша до устья р. Кучук крутой, обрывистый, интенсивно подмывается водами Оби.

Русло Оби, поймы и надпойменные террасы сложены песками мелкими и средней крупности. Среди них отмечаются прослой супесей и суглинков.

Русло Оби перемещается по пойме, формируя рукава, протоки и многочисленные острова. Ширина русла 0.3-3,5 км (с островами). Обь очень слабо извилистая река ($f < 1,2$) [2].

Сток образуется за счет Катуня и Бии. Доля Катуня составляет 56%, а Бии – 44%. Ниже слияния этих рек сток Оби увеличивается за счет притоков, главным образом, за счет Чарыша, Чумыша, Алея, Ануя.

Характер весенне-летнего половодья определяется Катунью и Бией. Оно однопиковое или двухпиковое, реже трехпиковое и четырехпиковое, с 3-4 волнами, проходящими одна за другой до конца июля или августа.

Первая волна формируется за счет таяния снега в предгорьях и низкогорье. Максимум достигается в конце апреля – начале мая.

Последующие волны обязаны таянию средне- и высокогорных снегов и ледников преимущественно в бассейне Катуня. Максимумы отмечаются в мае – июне, реже в июле.

Высота подъема уровня воды обычно 4-5 м, в экстремальные годы 6-7 м.

Дождевые осадки летом накладываются на половодье, а осенью образуют паводки высотой 1-2 м.

По завершению половодья наступает летнее - осенняя межень, сменяемая в конце ноября зимней меженью, которая продолжается до начала - середины апреля.

В конце октября и начале ноября появляются забереги и иногда осенний ледоход. В середине ноября ледостав. Весенний ледоход обычно наблюдается в период с 18 по 22 апреля. В ранние весны – в первой декаде апреля, поздние – в первой декаде мая. Максимальная толщина льда, 100-130 см, достигается в конце марта.

Обь – судоходная река.

Ниже приводится характеристика Оби по наблюдениям на хорошо изученном ключевом участке «Барнаул».

До створа автомобильного моста в г. Барнауле длина реки Оби (от слияния рек Бия и Катунь) составляет 235,5 км (по лоцманской карте реки издания 1983 года) и площадь водосбора 169 тыс. км².

Средняя ширина русла Оби составляет 600–700 м, изменяясь от 320 до 1500 м (с островами). Средний уклон водной поверхности – 7 ‰, или 7 см на 1 км длины реки. Русло очень слабо извилистое ($f < 1,2$) [2].

Глубина реки 3–8 м, в периоды половодий до 10–12 м. Скорость течения воды 1,0–2,0 м/с, в период половодий 2,0–2,5 м/с (иногда до 3,0 м/с).

Наблюдения за уровнем воды р. Оби у г. Барнаула ведутся с 1893 г., а расходы воды измеряются с 1922 г. Гидрологический пост действует и в настоящее время. Гидрограф Оби характеризуется растянутым весенне-летним половодьем (в котором можно выделить две волны) и низкой устойчивой осенне-зимней меженью [3, 5, 57, 81, 89].

Весной в период поднятия уровня воды в реке, таяния и взламывания льдов, по Оби проходит ледоход. Ранние даты его – первая декада апреля, поздние – первая декада мая, чаще в середине апреля (средняя дата – 20 апреля).

В период половодья по Оби проходит до 70–80 % объема годового стока. Сроки прохождения максимального расхода, начала и окончания половодья колеблются в значительных пределах (см. табл. 39).

Таблица 39

Даты наступления половодья р. Оби у г. Барнаула

Характеристика	Проявление половодья		
	раннее	среднее	позднее
Начало половодья	06.03	06.04	21.04
Прохождение максимума	13.04	19.05	16.08
Окончание половодья	19.06	31.07	11.09

Половодье весеннее-летнее многопиковое, с проявлением одно-двух, иногда трех-четырёх волн. Начинается оно в апреле–начале мая. Максимальные уровни наблюдаются во вторую половину мая или в июне. Заканчивается половодье к концу августа.

Прохождение максимума отмечается обычно в середине мая. В период половодий уровень воды повышается на 3–5 м, но часто и на 6–7 м, в этом случае река затапливает пойму. Обычно в июле – августе наблюдается постепенное

понижение уровня воды в реке, прерываемое невысокими (0,5–2,0 м) дождевыми паводками.

В ноябре – марте отмечается осенне-зимняя межень. За пять месяцев осенне-зимней межени (с ноября по март) по реке проходит лишь 10 % годового стока. В течение этого периода происходит дальнейшее понижение уровня воды в Оби, достигая минимума в марте.



Рис. 15. Река Обь у Барнаула

Лед начинает замерзать в конце октября (забереги). Установление его отмечается обычно в первой декаде или в середине ноября (средняя дата – 11 ноября). Толщина льда достигает к концу зимы 0,9–1,1 м.

Расходы воды Оби приведены в табл. 40.

Таблица 40

Расход воды реки Оби у г. Барнаула

Характеристики уровней	Средние месячные расходы воды, м ³ /с												Годовые расходы воды
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средний	308	271	280	1980	3530	3740	2510	1730	1270	1040	600	372	1470

Наибольший	447	428	590	3920	6630	7080	5730	3080	2520	2000	1310	625	2300
Наименьший	199	198	191	464	1640	1630	1220	945	666	510	335	238	1020

Норма среднегодового расхода воды Оби у г. Барнаула равна 1470 м³/с (см. табл. 2). Минимальный среднегодовой расход составил 1020 м³/с, максимальный – 2300 м³/с.

Средний максимальный расход воды в период половодья составляет 5460 м³/с. Наибольший расход воды, наблюдавшийся в 1969 г., составил 12600 м³/с.

Характерные уровни Оби приведены в табл. 41.

Таблица 41

Характеристика	Высший уровень				Низший уровень зимнего периода		Колебание уровня	
	за год		за период весеннего ледохода		см	дата	см	год
	см	дата	см	дата				
Уровень: средний	575	–	500	–	8	–	553	–
высший	763	16.05.1937	707	24.04.1928	137	6-7.04.1998	769	1969
низший	416	25.04.1918	218	22.04.1963	-96	18.11.1924	424	1900
Дата: средняя		19.05		23.04		13.11		
ранняя		13.04.1906		09.04.1944		29.10.1995		
поздняя		16.08.1967		09.05.1905		07.04.1998		

Наивысший за весь период наблюдений уровень Оби у г. Барнаула был отмечен в 1937 г. и составил 763 см над нулем графика водомерного поста (абсолютная отметка «нуля» графика – 127,89 м).

Наиболее низкий максимальный уровень в паводок наблюдался в 1918 г. и равнялся 416 см над нулем графика.

Низший зимний уровень был зафиксирован в ноябре 1924 г. и составил 96 см ниже нуля графика водомерного поста. В среднем уровень воды зимой опускается до 8 см над нулем графика.

Годовая амплитуда изменения уровня в среднем равна 553 см, максимальная – 769 см (1969 г.), минимальная – 424 см (1900 г.).

В высокие половодья пойма Оби затопливается слоем 2–3 м на большей своей территории. Продолжительность затопления поймы составляет 30–35 дней.

В низкие половодья, как в 1918 г. (максимальный уровень примерно на 1 м

ниже нормы), пойма р. Оби практически не затапливается. Вода заходит только в понижения, прорвы.

Река Катунь – левая составляющая Оби. Берет начало в подножье горы Белухи и сливается с Бией в 22 км ниже Бийска [2, 91]. Длина 688 км, площадь бассейна 60900 км². На территории края течет последние 77 км (ниже села Майма).

Основные притоки в пределах края: Иша (правый приток, длина 162 км), Каменка (левый, 110 км). На территории края Катунь – равнинная река, склоны долины пологие. Ширина долины 8-14 км, ширина поймы 2,5-3 км. Пойма сложена песчано-галечниковыми грунтами, русло с протоками, островами и отмелями общей шириной 1,0-1.5 км.



Рис. 16. Река Катунь

Весенне-летнее половодье многопиковое. Подъем уровня воды начинается в конце апреля-начале мая. В середине-конце мая проходит первая волна половодья, в течение июня-июля могут пройти еще 2-3 волны. Максимальные уровни отмечаются во второй половине мая или в июне. К середине-концу августа половодье заканчивается и устанавливается осенняя межень, сопровождаемая дождевыми паводками. Подъем уровня в половодье 3-4 м, иногда до 5.5 м.

С ноября по март зимняя межень с ледоставом, который устанавливается во второй-третьей декаде ноября и заканчивается в начале апреля. Толщина льда 50-80 см. Весенний ледоход продолжается 5-10 суток.

Катунь судоходна в приустьевой части на протяжении 10-15 км.

Река Бия вытекает из Телецкого озера и сливается с Катунью в 22 км ниже Бийска [2, 91]. Длина 301 км, площадь бассейна 37000 км².

Основные притоки в пределах края: Кожа (левый приток, длина 63 км), Неня (правый, 185 км), Бехтемир (правый, 117 км).

Верховье и среднее течение реки расположены в горах Алтая и покрыты смешанным лесом и черневой тайгой. Склоны долины крутые и обрывистые, скалистые. Нижняя часть бассейна – предгорная холмистая равнина, покрытая лиственным лесом. Склоны сложены глинистыми грунтами высотой 40-80 м.

Долина хорошо выражена по всему течению. Ширина ее в низовьях 4-8 км. В долине имеются надпойменные террасы, покрытые сосновым лесом и сложенные песчано-галечниковыми грунтами. В среднем и нижнем течении пойма шириной до 1,0-1,5 км. Пересечена старицами, частично заболочена. Русло слабо извилистое (f от 1,2 до 1,6) [2]. , шириной от 100 м в верховье до 1,5 км в низовье (с островами). Берега крутые высотой 2-3 м. Дно валунно-галечниковое в верхнем и среднем течении, в нижнем течении – песчаное.

Половодье весеннее с летними паводками. Подъем уровня воды идет интенсивно с начала апреля. . Наибольшие уровни отмечаются с конца апреля до начала мая, реже в первой половине мая.

Спад основной волны половодья заканчивается в середине-конце мая. Но иногда она тянется до середины-конца июня и сопровождается невысокими дождевыми паводками. Максимальный подъем уровня воды первой волны половодья до 3 м, в многоводные годы до 5 м. Наивысший уровень наблюдался в Бийске 1 мая 1969 г. - -633 см. Среднегодовой расход в Бийске $480 \text{ м}^3/\text{с}$, минимальный летний $60,6 \text{ м}^3/\text{с}$, зимний – $17,4 \text{ м}^3/\text{с}$. В течении лета идет постоянный спад воды, нарушаемый дождевыми паводками. В начале-середине ноября наступает межень. В это время устанавливается ледостав, продолжаемый до 11-18 апреля. Река полностью переходит на грунтовое питание. Толщина льда 80-100 см. Весенний ледоход ежегодный.

Река Каменка - левый приток Катуня, впадает в нее у с. Катунского Смоленского района [91]. Истоки реки на северо-западном склоне Семинского хребта. Длина 110 км, площадь бассейна 2030 км^2 . Основные притоки: Сосновка (правый, длина 25 км), Сараса (правый, 17 км), Бирюкса (правый, 43 км), Сетовка (правый, 45 км), Змеевка (левый, 24 км). Бассейн реки в верховье до села Алтайского располагается в низкогорной зоне, в среднем течении до села Советское - на предгорной равнине, в низовье – на плоской равнине.

В верховье водозабор частично залесен, ниже – почти полностью распахан.

В горной части бассейна долина хорошо выражена. пойма низкая, преимущественно сухая. Русло извилистое, с галечниковым и песчаным дном. Берега крутые, местами обрывистые, высотой 3-5 м, в половодье интенсивно разрушаются. Между селами Нижне-Каменка и Сетовка, а также ниже села Красный Яр наблюдаются болота. Русло слабо извилистое (f от 1,2 до 1,6) [2].

Водный режим характеризуется высоким (3-4 м), непродолжительным (апрель-май) половодьем. Летне-осенняя межень низкая, с невысокими (0,5-1,0) дождевыми паводками. Устойчивая зимняя межень продолжается с ноября по март.

Сток формируется за счет талых снеговых вод (45 % годового объема), дождей (10 %) и грунтовых вод (45 %).

Ледостав с начала ноября до конца марта – начала апреля. Толщина льда 50-80 см, небольшие наледи. Ледоход проходит ежегодно, на крутых поворотах реки – заторы.



Рис. 17. Река Каменка

Река Песчаная берет начало на юго-западной оконечности Семинского хребта (Республика Алтай) и впадает в Обь в 8 км выше села Усть-Ануй [91]. Длина ее 276 км (в пределах Алтайского края 194 км), площадь бассейна 5660 км².

Наиболее крупные притоки: Куяча (правый приток, длина 30 км), Большая Тихая (левый, длина 45 км), Быстрая (левый, длина 43 км), Белокуриха (правый, длина 31 км), Поперечная (правый, длина 60 км).

Река горного типа до с. Солоновки, ниже течет по Предалтайской равнине. В верхнем и среднем течении склоны крутые, с обнажениями скальных пород. В нижнем течении склоны пологие. Пойма наиболее выражена в нижнем течении, двухсторонняя, шириной 1-2 км, кустарниково-луговая. Русло извилистое, местами разветвленное. Берега обрывистые, высотой до 3 м.

Характеризуется продолжительным весенним половодьем и невысокими паводками в летне-осенний период. В начале-середине апреля повышение уровня воды с максимумом в конце апреля-начале мая (2,5-4,0 м). В летне-осеннюю межень (июнь-октябрь) отмечаются паводки высотой 1-2 м.

Зимняя межень устанавливается в ноябре и длится порядка 150 дней. Ледостав с середины ноября до начала апреля. Толщина льда в конце зимы 80-100 см. Весенний ледоход длится 3-5 дней.

Река Ануй берет начало на юго-западном склоне Ануйского хребта и впадает в Обь у села Усть-Ануй [2, 91]. Длина 327 км, из них 35 км протекает по Республике

Алтай. Площадь бассейна 6930 км².

Основные притоки: Сибирячиха (левый приток, длина 34 км), Слюдянка (левый, 46 км), Соловьяха (правый, 32 км), Кудриха (левый, 42 км), Камышенка (правый, 67 км),

До с. Антоньевка протекает в горной местности, ниже до устья - по Предгорной равнине. Склоны в горной местности и на равнине крутые. Русло слабо извилистое (f от 1,2 до 1,6) [2]. , местами с островами. В нижнем течении пойма шириной 0,5-1,5 км, иногда до 5 км. Поверхность ее заболочена.

Весеннее половодье продолжительное (апрель-конец июня), обычно проходит одной волной. Максимальный уровень в конце апреля – начале мая (3-5 м). Летне-осенняя межень сопровождается паводками до 1-2 м. Зимняя межень устанавливается в середине ноября. Ледостав в нижнем течении 5-13 ноября, в верхнем – к концу ноября. Толщина льда к концу зимы 90-110 см. Продолжительность ледохода 4-6 дней.

Река Чарыш берет начало на северном склоне Коргонского хребта и впадает в Обь выше села Усть-Чарышская пристань [2, 91]. Длина 547 км, площадь бассейна 22200 км². Основные притоки: Кумир (левый приток, длина 66 км), Коргон (левый, 43 км), Башчелак (правый, 71 км), Тулата (левый, 48 км), Сосновка (правый, 50 км), Иня (левый, 110 км), Белая (левый, 157 км), Маралиха (правый, 108 км), Локтевка (левый, 111 км), Порозиха (левый, 82 км), Калманка (правый, 68 км).

Верхняя большая часть бассейна – горная залесенная местность. В нижнем течении река протекает по безлесной Предалтайской равнине. В верхнем течении склоны крутые, в нижнем течении они более пологие. Последние 25 км река течет по пойме Оби. В среднем и нижнем течении имеется пойма шириной 2-7 км.

Скорость течения в верхней части до 3-4 м/с, в средней части до 2-2,5 м/с, в нижней части 1-1,5 м/с. Половодье многопиковое, продолжительное (с апреля по июль). Максимальный уровень в нижнем течении в конце апреля, высота 4-5 м; в среднем течении в середине мая, 3 м; в верхнем течении в конце мая, 2,5 м. В конце половодья отмечаются паводки.

Ледостав с начала-середины ноября до начала-середины апреля. Ледоход продолжается 3-7 суток.

Река Алей. За начало ее принят исток реки Восточный Алей в подножье горы Поперечная [2, 91]. Впадает Алей в Обь у села Усть-Алейка. Длина реки 866 км, площадь бассейна 21100 км². Главные притоки: Гольцовка (правый приток, 59 км), Каменка (левый), Каменка (правый), Золотуха (правый, 68 км), Кизиха (правый, 56 км), Поперечная (правый, 106 км), Клепечиха (левый, 62 км), Корбалиха (правый, 55 км), Язевка (левый, 53 км), Горевка (левый, 60 км), Чистюнька (левый).

В верхнем течении река протекает по отрогам Тигирецкого и Колыванского хребтов, в нижнем течении - по равнине вдоль ложбины древнего стока. Русло очень извилистое ($f > 1,8$) [2].

Сток реки зарегулирован водохранилищами. Подпорные плотины у села Веселоярск (Склюихинское водохранилище) и у города Рубцовска (Гилевское водохранилище).

Для естественного гидрологического режима Алея характерно продолжительное (апрель-июнь) половодье высотой 5-7 м, редкие дождевые паводки летом и осенью высотой 0,2-1 м и летнее-осенне-зимняя межень с низким уровнем

воды. Устойчивый ледостав с середины ноября до начала апреля. После зарегулирования стока на всем протяжении реки (за исключением верховьев) произошли срезка макстмального уровня воды и уменьшение сроков половодья, сокращение частоты, площади и времени затопления поймы, усиление деформации русла, увеличние летне-осенних и зимних уровней воды, изменение ледового режима на участке от села Гилево до села Локоть.



Рис. 18. Река Белокуриха

Река Барнаулка является левым притоком р. Оби. Она берет начало из озера Зеркального в Алейском районе и впадает в р. Обь на 3390 км от ее устья [2, 3. 89], имеет площадь водосбора 5,72 тыс. км² и длину 207 км (с озером Зеркальным 222 км).

В верхнем течении река представляет цепочку озер, соединенных протоками. Основные притоки Барнаулки – левобережные. Это реки Ворониха, Рожня, Колывань, Землянуха, Паньшиха, Штабка, Власиха, Сухой Лог (временный водоток), Пивоварка.

Современная долина р. Барнаулки – часть древней ложбины стока. Ширина долины Барнаулки составляет 5–6 км.

Общее падение реки 88 м, уклон 0,04 ‰.

Русло Барнаулки очень слабо извилистое ($f < 1,2$) [2], меандрирующее, имеет ширину в межень 10–30 м, в половодье до 50 м. На отдельных участках русло подходит вплотную к уступу надпойменной террасы, подмывая его.

Глубина р. Барнаулки летом составляет 0,2–0,8 м, чаще 0,4–0,5 м.

Грунты русла представлены в основном песками мелкими и средней крупности.

Берега высокие (до 3–4 м), крутые и обрывистые, сложенные песками мелкими и средней крупности.

Перед впадением в р. Обь Барнаулка протекает 10 км по городской территории, где расположены многочисленные инженерные сооружения. Первым таким сооружением являлся построенный еще в 1744 г. заводской пруд, просуществовавший до 1926 года. Естественный режим реки в верхнем течении зарегулирован проточными озерами и плотинами. В пределах городской территории река канализирована набережными, укрепленными бетонными плитами, и мостовыми переходами. Приустьевая часть р. Барнаулки попадает в зону переменного подпора Оби, поэтому уклоны и другие характеристики русла Барнаулки зависят от уровня воды в р. Оби и величины подпора.

Гидрологический режим Барнаулки характеризуют наблюдения гидрометеослужбы, проводившиеся в 1942, 1945–1959 годах. Основной фазой в режиме Барнаулки является весеннее половодье [3, 89]. Оно начинается в начале апреля и проходит одной хорошо выраженной волной. В начале периода подъем уровней идет постепенно. Затем следует стремительный подъем. Максимальный уровень воды чаще отмечается в середине апреля. По сравнению с меженью уровень воды повышается на 0,7–2 м. Затем начинается резкий спад, который к началу мая становится постепенным и продолжается до конца мая – середины июня.

Летне-осенняя межень обеспечивается стабильным грунтовым питанием. Она устойчивая, с редкими небольшими подъемами уровня воды до 0,3–0,5 м в дождевые паводки.

В начале ноября, в связи со стеснением русла льдом, отмечается подъем уровня воды на 30–50 см, который держится на этих отметках (или несколько ниже) в течение всей зимы.

Ледостав чаще всего устанавливается в первой декаде ноября и продолжается до начала апреля. Толщина льда 0,5–1,1 м. В зимний период питание реки осуществляется за счет грунтовых вод. Весной лед тает на месте, иногда наблюдается редкий ледоход.

Максимальный расход воды в Барнаулке в половодье проходит с 4 по 30 апреля, при средней дате 15 апреля. Таким образом, пик половодья Барнаулки значительно опережает максимум половодья на Оби и проходит при отсутствии подпора от Оби. Именно в этот период скорости течения достигают 2–3 м/с. В дальнейшем расход воды Барнаулки уменьшается, и, в связи с ростом уровней Оби, проявляется подпор вод Барнаулки, распространяющийся до створа ул. Челюскинцев при вероятностях превышения уровня высоких вод Оби, равных 1–2 %. При этом скорости течения вод Барнаулки значительно уменьшаются.

Среднегодовые расходы воды изменяются от 1,25 до 6,81 м³/с (см. табл. 42).

Таблица 42

Средние величины расхода воды р. Барнаулки –
г. Барнаул (1942, 1945–1959 гг.), м³/с

Характеристики	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средний	0,79	0,80	1,26	18,6	8,49	3,96	2,42	2,19	1,76	1,75	1,59	0,88	3,71
Наибольший	1,26	1,39	2,84	34,7	18,4	9,53	6,96	5,60	3,51	2,75	6,76	1,66	6,81
Наименьший	0,07	0,32	0,48	3,99	3,71	1,28	0,60	0,79	0,57	0,94	0,17	0,21	1,25

Нормой является годовой расход, равный 3,71 м³/с. Наибольшая водность реки приходится на апрель, наименьшая – на январь – февраль.

В средний по водности год максимальный расход воды в Барнаулке составляет 50,6 м³/с. Наибольший измеренный расход, равный 124 м³/с, отмечен в апреле 1957 г. (см. табл. 43).

Таблица 43

Характерные расходы воды, м³/с, р. Барнаулки – г. Барнаул

Характеристики	Наибольший годовой		Наименьший расход			
	расход	дата	летний		зимний	
			расход	дата	расход	дата
Средний	50,6	–	0,94	–	0,35	–
Наибольший	124	13.04.1957	1,88	20.07.1950	0,88	02.01.1958
Наименьший	7,87	30.04.1952	0,20	23.07.1942	0,022	10.01.1947

Самый низкий пик половодья за годы наблюдений зафиксирован в апреле 1952 г., и расход составил 7,87 м³/с.

Наибольший расход в годовом цикле вне половодья равен 1,88 м³/с, наименьший – 0,20 м³/с, средний равен 0,94 м³/с. При наступлении ледовых явлений расход воды в реке в среднем уменьшается до 0,35 м³/с.

Обеспеченные расходы воды приведены в табл. 44.

Таблица 44

Обеспеченные расходы воды

Обеспеченность паводкового стока, %	Расход, м ³ /с	Уровень, м, в устье реки
1	176	136,2
5	126	
10	104	135,5
50	44	
90	22,2	
95	5,84	

Характерные уровни Барнаулки приведены в табл. 45.

Таблица 45

Характерные уровни р. Барнаулки у г. Барнаул и продолжительность периода

без льда (по бывшему водомерному посту в 2 км выше пр. Красноармейского, отметка нуля графика 134,33 м абс.)

Характеристика уровня	Уровень, см			Продолжительность периода свободного ото льда русла, сутки
	высший годовой	низший летний	низший зимний	
Средний	156	63	70	187
Высший	195 (12.04.1942)	99 (14.10.1942)	109 (10.11.1942)	197 (1944)
Низший	106 (31.04.1952)	33 (28.07.1952)	40 (01.11.1951)	166 (1942)

Река Касмала. Начало ее на водоразделе к югу от с.Подстепное Ребрихинского района, впадает в протоку Оби Тихую у села Касмала [91]. Длина реки 119 км, площадь бассейна 2550 км². Основные притоки: Калманка, Ребриха, Барсучиха, Торбачиха, Боровлянка, Рогозиха, Фунтовка и Чернопятровка. Режим равнинный (Приобское плато). Долина приурочена к ложбине древнего стока. Русло слабо извилистое (f от 1,2 до 1,6) [2].

Река зарегулирована двумя водохранилищами: в селе Ребриха (объем водохранилища 1 млн.м³) и у райцентра Павловск (объем водохранилища 2 млн.м³).

Половодье с начала апреля до середины-конца мая. Высота подъема уровня вод 2-3,5 м. Дождевые паводки незначительны.

Летом в верховье (до села Ребриха) река пересыхает, зимой в верхнем и среднем течении замерзает.

Ледостав от начала ноября до середины апреля. Толщина льда 100-110 см.

Река Чемровка образуется слиянием рек Левая и Правая Марушки у села Марушки в отрогах Салаирского кряжа [91]. Длина ее 123 км, площадь бассейна 2830км². Основные притоки: Сухая Чемровка (левый приток, длина 60 км), Шубенка (правый, 68 км), Уткуль (правый, 55 км),

Водосбор в верхней части бассейна представлен пологими холмами, расчлененными логами. В среднем и нижнем течении - слабо расчлененная равнина с заболоченными западинами и песчаными гривами. Долина с высокими склонами. Пойма прмсутствует не повсеместно. Русло слабо извилистое (f от1,2 до 1,6) [2].

Половодье проходит в апреле с поднятием уровня воды до 1-3 м. Летние паводки отмеаются лишь в верхнем и среднем течении. Ледостав с середины ноября до начала апреля. Толщина льда 60-80 см.

Большая Речка берет начало в 12 км от села Горновое Троицкого района и впадает в Обь напротив села Володарка [91]. Длина реки 258 км, площадь бассейна 4000 км². Основные притоки: Ельцовка (левый приток, 23 км), Белая (левый, 61 км), Боровлянка (лерьый, 45 км), Листвянка (правый, 25 км), Камышека (левый, 76 км).

В верхнем и среднем течении река течет по холмисто-увалистым Предсалаирской равнине и Бийско-Чумышской возвышенности с густой сетью заболоченных логов, в нижнем течении - в долине Оби с ложбинно-гривистым рельефом. До села Загайново долина имеет крутые склоны высотой 20-40 м, ниже села по течению склоны пологие. Пойма прослеживается на всем протяжении реки. Русло слабо извилистое (f от 1,2 до 1,6) [2].

Половодье проходит в апреле, с подъемом уровня воды до 2-3 м и паводках высотой 0,1-0,2 м.

Ледостав с середины ноября до начала апреля. Толщина льда 50-70 см.

Река Чумыш образуется слиянием рек Кара-Чумыш и Томь-Чумыш, впадает в Обь у села Усть-Чумыш [91]. Длина реки 644 км, площадь бассейна 23900 км².

Правобережная часть бассейна располагается на юго-западном склоне Салаирского кряжа и Предсалаирской равнине. Левобережная часть бассейна – на северо-восточной части Бийско-Чумышской возвышенности.

Основные притоки: Кара-Чумыш (левый приток 173 км), Томь-Чумыш (правый, 110 км), Сары-Чумыш (левый, 98 км), Ангуреп (левый, 48 км), Яма (левый, 67 км), Уксунай (правый, 165), Тараба (левый, 170 км), Сунгай (правый, 103), Аламбай (правый, 140 км), Каменка (правый, 78 км), Тальменка (правый, 99 км), Кашкарагаиха (левый, 84 км).

В верхнем течении Чумыш – горная река со скальными выходами пород в бортах долины, в среднем и нижнем течении – река равнинная. Русло извилистое (f от 1,6 до 1,8) [2].

Половодье продолжительное (50-70 дней, с начала-середины апреля до конца мая-начала июня) и проходит, в основном, одной волной с поднятием уровня воды до 5-6 м.

Ледостав со второй декады ноября до начала апреля. Толщина льда 70-90 см.

Река Лосиха – правый приток р. Оби, имеет длину 150 км, площадь водосбора 1,5 тыс. км² [3, 91]. Начало берет из логов северо-западнее села Лосиха Косихинского района и впадает в Обь напротив г. Барнаула, в 2 км выше по течению от старого железнодорожного моста.

Основные притоки: Малая Лосиха и Жилихи. Оба правые притоки.

Ниже села Баюновские Ключи (на 38 км от устья) река протекает по надпойменным террасам р. Оби, а ниже села Фирсово (в 12 км от устья) – по пойме р. Оби. Расход воды у Фирсово при 10 % вероятности превышения составляет 182 м³/с.

В пойме на значительном участке (4 км) русло Лосихи было спрямлено каналом в 90-х годах прошлого века при сооружении автомобильного мостового перехода через р. Обь у Барнаула. Канал выработал свое русло, и река в нем протекает в незакрепленных берегах. На пойме Лосиха имеет ширину 40 м, высота берегов 3–4 м, глубина реки порядка 0,5–1,0 м.

Русло Лосихи извилистое, меандрирующее. На отдельных участках русло подходит вплотную к уступу надпойменной террасы, подмывая его.

Грунты русла представлены в основном песками мелкими и средней крупности.

Берега высокие (до 3–4 м), крутые и обрывистые, сложенные песками мелкими.

Весеннее половодье начинается в начале апреля и проходит одной хорошо выраженной волной. Максимальный уровень воды чаще отмечается в середине апреля. По сравнению с меженью уровень воды повышается на 0,7–2 м. Затем начинается резкий спад, который к началу мая становится постепенным и продолжается до конца мая – середины июня.

Летне-осенняя межень устойчивая, с редкими небольшими подъемами уровня воды до 0,3–0,5 м в дождевые паводки.

Ледостав чаще всего устанавливается в первой-второй декаде ноября и продолжается до начала апреля. Толщина льда 70–90 см.

5.2. Озера

На территории Алтайского края находится около 13 000 озер [2, 91]. Большинство из них мелкие, площадь их менее 1 км², но 230 озер имеют площадь более 1км².

Озера распространены в горных и предгорных районах Алтая и Салаира (в последнем их мало), на Приобском плато, на Биско-Чумышской возвышенности, в долине Оби на пойме и надпойменных террасах, в «древних ложбинах стока», но во всех этих геоморфологических структурах в подавляющем большинстве они мелкие и пресные.

В степной зоне края на Кулундинской равнине отмечается свыше 170 соленых и пресных озер, площадь многих из них превышает 1 км². Наиболее крупные озера: Кулундинское – площадь 728 км², Кучукское – 181 км², Горькое Романовского района – 140 км², Большое Топольное – 76,6 км², Горькое Новичихинского района - 72,2 км², Большое Яровое – 66,7 км², Бурлинское – 31,3км², Большое Островное – 28, км², Песчаное – 26,1 км², Зеркальное – 22,3 км², Ляпуниха – 22,1 км², Бахматовское – 19,6 км². Другие озера, площадь которых превышает 10 км²: Хомутиное, Малое Яровое, Глухое, Петухово, Травное, Куричье, Дунай, Горносталево, Малиновое, Валовое, Горькое-Перешеечное, Ветрено-Телеутское, Мостовое, Грачиное, Кривое, Бакланье, Нагибино, Бычье, Шалашное, Хорошее, Песьяное.

Количество озер и суммарная площадь их водной поверхности в бассейнах основных рек приведены в табл.46.

Таблица 46

Бассейны рек	Количество озер в бассейне реки	Суммарная площадь водной поверхности, км ²
Бия	2753	398
Катунь	2649	137
Чарыш	536	46,4
Большая Речка	294	28,9
Ануй	240	71
Песчаная	81	28
Чемровка	58	16,4

Характеристики наиболее крупных озер приведены в табл. 47

Таблица 47

Морфологические характеристики	Озера											
	Бахматовское	Б. Островное	Б. Топольное	Б. Яровое	Бурлинское	Горькое - Перешеечное	Зеркальное	Кулундинское	Кучукское	Ляпуниха	Песчаное	Мостовое
Площадь водосбора, включая площадь	3010	892	10700	1210	1720	655	2220	24100	3240	1660	7660	370

озера, км ²													
Площадь зеркала, км ²	макс.	31,6	32	113	66,7	39,6	61,2	24,4	770	180	-	26,1	-
	мин.	16,9	19	-	63	17,3	40	18,4	615	166	-	22,1	-
Максимальная глубина, м		4,3	5,6	2,5	7,1	2,5	2,9	3,9	4,9	3,3	4,2	4,1	-
Многолетняя амплитуда колебания уровня, м		1,8	2,7	2,5	0,6	2,0	1,0	1,6	1,3	0,9	0,2	2,5	-

Глубина озер обычно небольшая, 2-3 м, отдельные озера имеют глубину до 7 и более метров (см. табл. 47).

Озера горных частей края имеют преимущественно карстовое происхождение, а равнинной части – водно-аккумулятивного и водно-эрозионного генезиса. Среди равнинных озер отмечаются долинные, вытянутые цепочкой по долинам рек (Горькое, Зеркальное, Бахматовское в долине Барнаулки и др.), могочисленные старицы рек, плесовые в виде расширений речных русел (Песчаное, Хорошее, Хомутиное в русле Бурлы и др.), конечные озера бессточной области (Кулундинское, Кучук, Мостовое и др.).

Ряд озер получили популярность у жителей не только Алтайского края, но и у многих туристов России.

К ним можно отнести озеро Большое Яровое у города Яровое Славгородского района, благодаря тому, что содержание солей в воде очень высокое, 26%, то-есть, больше, чем во всемирно знаменитом Мертвом озере в Израиле, где содержание солей 25%. По-существу, это уже рассол (рапа). Утонуть в нем нельзя, даже если попытаться это сделать, так как плотность воды больше, чем человеческого тела. Летом нет отбоя от купальщиков. Вода теплая, +20-25⁰. Следует отметить, что вода озера Большое Яровое не замерзает даже зимой.

Другое озеро Бурлинское, это соленое озеро у поселка Бурсоль в Бурлинском районе. Открыто в 1768 г. приказчиком горнопромышленника Прокофия Демидова. Обозы солью направлялись в Центральную Россию и в Петербург. Известно изречение Екатерины II: «...Отныне, к столу царскому велю соль подавать бурлинскую».

В 1768 г. у Бурлинского озера был построен поселок Бурсоль.

Озеро имеет овальную форму. Длина его 8 км, ширина 6,2 км, площадь 31,3 км². Абсолютная отметка озера составляет 85 м. Средняя глубина 1 метр, максимальная глубина достигает 2,5 м.

. Под слоем ила толщиной до 0,5 м залегает слой соли.

Наивысшее положение уровень озера имеет весной, наиболее низкий — осенью. Летом и осенью обычно испарения с поверхности озера превышают выпадение осадков. Зимой (с ноября по март) обычно наблюдается подъём уровня озера. Это связано не только с притоком подземных вод при отсутствии испарения, но и с отсутствием ледяного покрова. В этот период снег, попадая в озеро, превращается в воду.

Знаменательно озеро тем, что оно меняет цвет в зависимости от температуры воздуха: когда холодно, то оно — серо-стальное, когда жарко — сиренево-розоватое. Розовый цвет озеру придают рачки артемии и науплии.

Вода в озере представляет собой хлоридную рапу. Общая минерализация воды — 253 г/л (25,3%). Концентрация соли примерно такая же, как и в Мертвом озере в Израиле.

Поваренная соль высококачественная, чистая.

Бурлинское озеро является крупнейшим месторождением поваренной соли в Западной Сибири.

Озеро Малиновое у поселка Малиновое озеро в Михайловском районе имеет длину 6 км, ширину 2 км. Вода в Малиновом озере горько-солёного вкуса и имеет удивительный тёмно-розовый цвет, ввиду того, что в озере в большом количестве обитают редкие микроорганизмы, имеющие розовый пигмент. Озеро меняет свой цвет в зависимости от погоды и времени года: зимой оно чуть розоватое, летом густо-розовое, а при жаркой солнечной погоде Малиновое озеро становится тёмно-малиновым, почти бордовым. Осенью вода имеет бурый цвет. Озеро входит в Золотое туристическое кольцо Алтайского края.

Колыванское озеро у села Саввушка Змеиногорского района популярно благодаря окружающим его живописным скалам, из-за дефляции приобретшими причудливую сказочную форму. Озеро знаменито также тем, что в нем водится водяной орех чилим, большая редкость. Летом туристы заполняют окрестности озера.



Рис. 19. Колыванское озеро

Озеро Светлое (Лебединое) в Смоленском районе у села Урожайное –

единственное место в Алтайском крае, где зимуют лебеди- кликуны. В ноябре здесь собирается до 500-1000 лебедей и порядка 1500 уток крякв, обыкновенных гоголей и крохалей. В апреле лебеди и утки улетают обратно на север. Здесь создан заказник «Лебединый». Размер озера 1000x200 м, глубина 2 м.. Вода в нем не замерзает зимой даже в сильные морозы из-за того, что со дна его бьют теплые ключи. Температура воды зимой не опускается ниже +4-+6⁰С. Птиц зимой подкармливают.

Озеро Ая у села Ая Советского района – самое живописное озеро края, Пикантность местности придает остров посреди озера. Питается оно ювенальными водами. Теплые ключи бьют со дна озера.

Завьяловские озера у райцентра Завьялово Завьяловского района. Одно из озер соленое, другое пресное. Очень приятно поплававшись в соленой воде, окунуться и помыться пресной водой и пойти позагорать.

Озеро Белое в Курьинском районе в подножье горы Синюха. Благоприятный объект для туристов. Существует легенда, что на острове посреди этого озера горнопромышленник А.Н. Демидов чеканил серебряные монеты. Но это только легенда, не отвечающая действительности. Близ вершины Синюхи находится небольшое Моховое озеро, достопримечательность местных жителей. Вода в нем темного, почти черного цвета, но чистая. Оба озера посещаются туристами. Озеро Белое используется для купания.

Питание озер края осуществляется за счет атмосферных, талых и грунтовых вод.

Гидрологический режим озер: невысокий весенний (на равнине) и летний (в горах) подъем уровня вод, постепенный спад его в летне-осенний период и устойчивый минимальный уровень зимой. Зимой питание озер происходит только за счет грунтовых вод.

Весенний подъем уровня вод на равнинах начинается в середине апреля и достигает максимума во второй декаде мая. Высота его обычно 0,3-0,5 м, но для ряда больших озер она достигает 1,0-2,5 м. Высокие уровни стоят 20-30 дней. В июне начинается спад уровней воды, продолжающийся до начала ледостава, который образуется на равнинах в северных районах края в начале ноября, в южных районах на 10-20 дней позже. В минерализованных озерах вода замерзает позднее в зависимости от концентрации солей. Некоторые озера совсем не замерзают (к примеру, озеро Большое Яровое, где концентрация солей достигает 26%).

В горных областях ледостав на озерах начинается в начале октября и продолжается до конца мая (230-250 дней). Толщина льда достигает 100-200 см. Ввиду мелководности озер некоторые из них промерзают до дна.

5.3. Каналы, водохранилища и пруды

Каналы. Наиболее крупные каналы в крае [91]:

-Кулундинский канал с максимальной пропускной способностью 25 м³/с; водозабор из Оби 396 млн. м³ в год;

-магистральный канал Бурлинской оросительной системы с максимальной пропускной способностью 35 м³/с, водозабор из Новосибирского

водохранилища 388 млн. м³ в год,

-магистральный канал Алейской оросительной системы с пропускной способностью 35 м³/с; водозабор из Алея 34 млн. м³ в год;

-магистральные каналы Чесноковской и Лосихинской оросительных систем.

Водоохранилища [91]. В крае имеется ряд крупных водохранилищ:

-Гилевское водохранилище на реке Алей у города Рубцовск, объем 471 млн. м³,

-Склюихинское водохранилище на Алее у села Веселоярск, объем 38,8 млн. м³ и др.

Река Касмала зарегулирована двумя небольшими водохранилищами: в селе Ребриха (объем водохранилища 1 млн.м³) и у райцентра Павловск (объем водохранилища 2 млн.м³).

Пруды. На Алтае построено большое количество мелких прудов в целях орошения сельскохозяйственных полей, водозаборов технической воды, рыбозаведения и в рекреационных целях.

6. Ландшафты

Ландшафты – это генетически однородные территориальные комплексы. Основными природными компонентами их являются рельеф, горные породы (грунты), климат, поверхностные воды, почва, растительность.

По физико-географическому районированию территория Алтайского края относится к Верхнеобской провинции Западно- Сибирской страны [2, 3].

В пределах края выделяются степная равнинная, лесная равнинная хвойных лесов, равнинная лиственных и смешанных лесов, чередующихся с луговыми степями, горно-таежная и горная степная ландшафтные зоны.

Степная равнинная ландшафтная зона охватывает Приобское плато, Кулундинскую низменность, часть Алтайской предгорной равнины и часть территории надпойменных террас Оби.

Для степи характерно преобладание дерновинных мезоксерофильных и мезоксерофильных злаков, богатой видами группы разнотравья..

Основные виды растительности степи: ковыли перистый и волосовидный, полынь холодная, типчак, пырей ползучий, костер безостый, житняк, лапчатки, люцерна, овсяница ложноовечья, астрал, тимьяны, донник, мятлики и др.

Среди степи на Приобском плато и Кулундинской равнине прослеживаются ленточные сосновые боры. Всего насчитывается 5 ленточных сосновых боров: Барнаульский, Касмалинский, два Кулундинских и Бурлинский, приуроченных к древним долинам стока рек северо-восточного направления.

Боры имеют грядово-бугристый рельеф песков.

В степи отмечаются многочисленные колки, преимущественно березовые и осиново-березовые.

На Приобском плато и надпойменных террасах развит овражно-балочный ландшафт.



Рис. 20. Степь

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты степи Приобского плато относятся к классу равнинных, подклассу возвышенных. Ландшафты Кулундинской низменности относятся к классу равнинных, подклассу низменных, а котловинные участки озер – к подклассу низинных.

По степени дренированности и своеобразию геохимического режима ландшафты степи относятся к группе дренированных ландшафтов.

По генетическому признаку они относятся к эолово-пролювиальному типу.

По рельефу ландшафты полого-увалистые.

По составу пород (грунтов) они лёссово-суглинистые, но долины рек и отдельные участки в Кулунде – песчаные.

Почвы большей части степи черноземные, а в юго-западной части Кулундинской равнины – каштановые. В степи, особенно в ее южной части, получили развитие солонцеватые почвы, солончаки и солонцы луговые и лугово-степные.

Лесная равнинная ландшафтная зона хвойных лесов расположена в правобережье Оби на ее надпойменных террасах и на отдельных площадях Предалтайской равнины. Выделяются следующие типы соснового леса:

-боры зеленомошники, занимающие более влажные места с понижениями между буграми.

-боры лишайниковые, занимающие вершины холмов;

-боры травяные в понижениях между холмами.

Кустарниковая растительность сосновых боров представлена боярышником, бузиной, ивой, калиной, караганой, малиной, крушиной ольховидной, рябиной, смородиной, черемухой и др..

Травянистые растения сосновых боров – это представители видов семейств: хвощевых, плауновых, пионовых, лютиковых, розоцветных (земляника, костяника, клубника, репейник), бобовых (астрагал, вика, горошек, клевер, донник, люцерна) и др.



Рис. 21. Березовый лес

В поймах рек лугово-кустарниковая растительность представлена ивой, калиной, черемухой, караганой, малиной, рябиной в сочетании с редкой древесной растительностью (березы, сосны, тополя, осины, сибирские клены) на аллювиально-луговых почвах.

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты сосновых лесов относятся к классу равнинных, подклассу возвышенных.

По степени дренированности и своеобразию геохимического режима ландшафты относятся к группе дренированных ландшафтов.

По генетическому признаку они относятся к аллювиальному и эолово-пролювиальному типам,

По рельефу ландшафты плоские (долина Оби), реже полого-увалистые.

По составу пород (грунтов) они песчаные..

Почвы, преимущественно, серые лесные, реже темно-серые лесные, черноземные, оподзоленные и дерново-подзолистые.

Равнинная ландшафтная зона лиственных и смешанных лесов, чередующихся с участками луговых степей, занимает Бийско-Чумышскую возвышенность, Алтайскую

и Салаирскую предгорные равнины, часть долин Оби, Чарыша, Чумыша и др. рек..

Представлена разреженным лиственным или смешанным лесом, среди которого размещаются луговые степи. Древесная растительность этой зоны – березы, осины, сосны, реже тополя, клен и ольха.

Большое развитие получили овражно-балочные ландшафты.

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты этой зоны относятся к классу равнинных, подклассу возвышенных, а на террасах рек – к подклассу низменных, на поймах к подклассу низинных.

. По степени дренированности и своеобразию геохимического режима ландшафты относятся к группе дренированных ландшафтов.

По генетическому признаку они относятся к эолово-пролювиальному и аллювиальным (в долинах рек) типам.

По рельефу ландшафты полого-увалистые и плоские (долины рек).

По составу пород (грунтов) они лессовидно-глинистые и песчаные (долины рек).

Почвы, преимущественно, черноземные, серые лесные, реже темно-серые лесные, оподзоленные и дерново-подзолистые.

Горно-таежная ландшафтная зона приурочена к низко- и среднегорью Алтая и к Салаиру.

Горно-таежные темнохвойные пихтово-кедровые леса распространены на Салаире.

Горнотаежные лиственничные леса распространены в северной части Алтая.

Горнотаежные кедровые, пихтовые и еловые леса отмечаются на Салаире, в северной и западной частях Горного Алтая.

Черневая тайга встречается «островками» на Салаире, в северо-восточной части Алтая, а также низкогорье Алтая на Тигирецком хребте. В составе черневой тайги кедр, пихта, береза, сосна. На Салаире отмечаются липовые рощи.

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты этой зоны относятся к классу горных,

. По степени дренированности и своеобразию геохимического режима ландшафты относятся к группе дренированных ландшафтов.

По генетическому признаку они относятся к эолово-пролювиальному типу.

По рельефу ландшафты крутые.

По составу пород (грунтов) они лессовидно-глинистые.

Почвы серые лесные, реже темно-серые лесные, оподзоленные, дерново-подзолистые, черноземные.

Горная степная ландшафтная зона расположена в низкогорье Алтая. Травостой разреженный. Количество видов фитоценозов 30-40. Это, главным образом, злаки, бобовые и разнотравье. Злаковую основу составляют мезоксерофиты (ковыль перистый и мятлик степной), в меньшей степени ксерофиты (типчак и тонконог гребенчатый) и др.

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты этой зоны относятся к классу горных,

. По степени дренированности и своеобразию геохимического режима

ландшафты относятся к группе дренированных ландшафтов.

По генетическому признаку они относятся к эолово-пролювиальному типу.

По рельефу ландшафты крутые.

По составу пород (грунтов) они лессовидно-глинистые.

Почвы горные черноземы.

Водные ландшафты края представлены реками Обью, Катунью, Бией, Чарышом, Чумышом и др. реками, а также озерами, водохранилищами, каналами, протоками, старицами и прудами.



Рис. 22. Водный ландшафт. Лесная речка

Воздействие деятельности человека существенно изменило природный ландшафтный облик территории. Особенно это касается распаханых территорий и застроенных площадей населенных пунктов.

Среди застроенной территории выделяются основные типы ландшафтов: промышленная, жилая и общественно-деловая застройка и зоны зеленых насаждений.

Примером может служить ключевой участок «Барнаул».

Промышленная застройка Барнаула представлена Северной промзоной и Власихинской промплощадкой. Предприятия Южной промзоны рассеяны среди жилой застройки в центральной и юго-восточной частях города.

К примеру, завод АЗА.

Жилая застройка сосредоточена на Приобском плато в западной и юго-западной частях города, а также вместе с общественно-деловой застройкой занимает центральную часть города и часть нагорных площадей.

Этажность зданий в центральной части города – преимущественно 4–9 этажей, в западной и юго-западной частях города 9–12 этажей, реже 16–18-этажные здания. На западных окраинах города возводятся одно-двухэтажные коттеджные поселки.

Одноэтажная застройка занимает большие площади в нагорной части Барнаула, в восточной, юго-западной и западной окраинах города, в пос. Кирова, Ильича и в Затоне. Дома старые, построенные еще в начале и в середине XX в.

Меньшие площади занимают транспортные и базово-складские ландшафты.

По существу, почти все ландшафты Барнаула на Приобского плато являются антропогенными. И вся застроенная территория, и большая часть незастроенных площадей, которые распаханы, засажены огородами и ягодными питомниками, покрыты садовыми насаждениями, за небольшим исключением.

Исключение составляет Барнаульский ленточный сосновый бор, где природа почти не затронута деятельностью человека. Но и его северо-восточная окраинная часть застроена, что вызывает сожаление.

7. Почвы

7.1. Общая характеристика почв

Алтайский край характеризуется значительным разнообразием почвенного покрова, обусловленного большим многообразием ландшафтов, в том числе растительности и рельефа [2, 3, 7, 81].

В равнинной и предгорных степных частях края выделяют две почвенные зоны: черноземов и каштановых почв [2]. Обе зоны протягиваются с юго-востока на северо-запад.

Зона черноземов расположена севернее зоны каштановых почв. Она занимает Бийско-Чумышскую возвышенность, Приобское плато, Предтагскую и Предсалаирскую равнины и северо-восточную часть Кулундинской равнины (низменности).

Зона каштановых почв приурочена к юго-западной части Кулундинской равнины.

Как известно, черноземы одни из плодороднейших почв мира, что обусловлено высоким содержанием в них гумуса. Алтайские черноземы в этом отношении имеют приоритет. Так черноземы Европейской части России в среднем содержат порядка 3-4 % гумуса, а черноземы Алтая 4-6 %.

В зоне черноземов выделяют три подзоны:

- черноземов оподзоленных и выщелоченных,
- черноземов обыкновенных и слабовыщелоченных,
- черноземов южных.

Подзоны сменяют друг друга в направлении с северо-востока на юго-запад.

Ниже приводится описание почв по «Атласу Алтайского края», т.1, 1978 г. [2].

В профиле черноземов оподзоленных и выщелоченных выражены следующие почвенные горизонты: A_1 – гумусовый, В – иллювиальный, B_k – карбонатно-

иллювиальный и C_k – почвообразующей породы. Содержание гумуса 6-7%. Реакция среды слабокислотная, рН водный 6.2-6,8. Емкость поглощения в пахотном слое 38-46 мг-экв. Содержание подвижной P_2O_5 в пахотном слое 6-17 мг, K_2O 16-30 мг в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает Са; Н и Al очень мало. Механический состав суглинистый и супесчаный. В основном, они среднемоштные (0,5 м).



Рис. 23. Чернозем обыкновенный

Среди выщелоченных и оподзоленных черноземов отмечаются также мощные (до 0,7 м) и высокогумусные (7-8,5%).

В профиле черноземов обыкновенных и слабовыщелоченных выделяются горизонты: A_n , A_1 , A_1B , B_k и C_k . Содержание гумуса 5,3-7,3%. Отмечаются и малогумусные черноземы. Реакция среды преимущественно слабощелочная, рН водный 7,0-7,5. Емкость поглощения в пахотном слое 33-44 мг-экв. Содержание подвижной P_2O_5 15-21 мг, K_2O 18-48 мг в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса Са и Mg. Черноземы среднемоштные, мощные и маломощные. Механический состав суглинистый и супесчаный.

Подзона южных черноземов соседствует с зоной каштановых почв. В профиле южных черноземов выделяются горизонты: A_n , A_1 , A_1B_k (или B_k) и C_k . Содержание гумуса в горизонте A_n мало - 2,7-3,3%. Реакция среды слабощелочная, рН водный 7,5. Емкость поглощения в пахотном слое 22-28 мг-экв. Содержание P_2O_5 12-20 мг, K_2O 30 мг и более в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса Са, Mg и следы Na. Южные черноземы малогумусные среднемоштные и маломощные. Механический состав супесчаный и песчаный.

Каштановые почвы подразделяются на темно-каштановые почвы и собственно каштановые почвы. Их профиль имеет следующие горизонты: A_n , A_1 , A_1B , B , B_k и C_k . Содержание гумуса в горизонте A_n в темно-каштановых почвах 1,8 - 3,6%, в каштановых почвах 1,4 - 3,1%. Реакция среды преимущественно слабощелочная, рН

водный 6,9-8,0. Емкость поглощения 11-23 мг-экв. Содержание P_2O_5 5-18 мг, K_2O 22-46 мг в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса Ca, Mg и Na. Почвы малогумусные маломощные. Механический состав супесчаный и песчаный.

В лесных массивах и колках лесостепи, в ленточных борах и в предгорьях Алтая и Салаира получили развитие серые лесные почвы, темно-серые лесные почвы, дерново-слабоподзолистые почвы, дерново-подзолистые, грунтово-глеевые почвы.

Механический состав почв среднесуглинистый.

Серые лесные и темно-серые лесные почвы в профиле имеют горизонты: A_1 , A_1A_2 , A_2B , B, B_k и C_k . Содержание гумуса в горизонте A_1 в темно-серых лесных почвах 4,9 – 6,1%, в серых лесных почвах 3,7 – 3,9%. Реакция среды кислотная, pH водный 5,0-6,5. Емкость поглощения 13-36 мг-экв. Содержание P_2O_5 4-20 мг, K_2O 17-36 мг в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает Ca; H и Al десятые доли мг-экв.

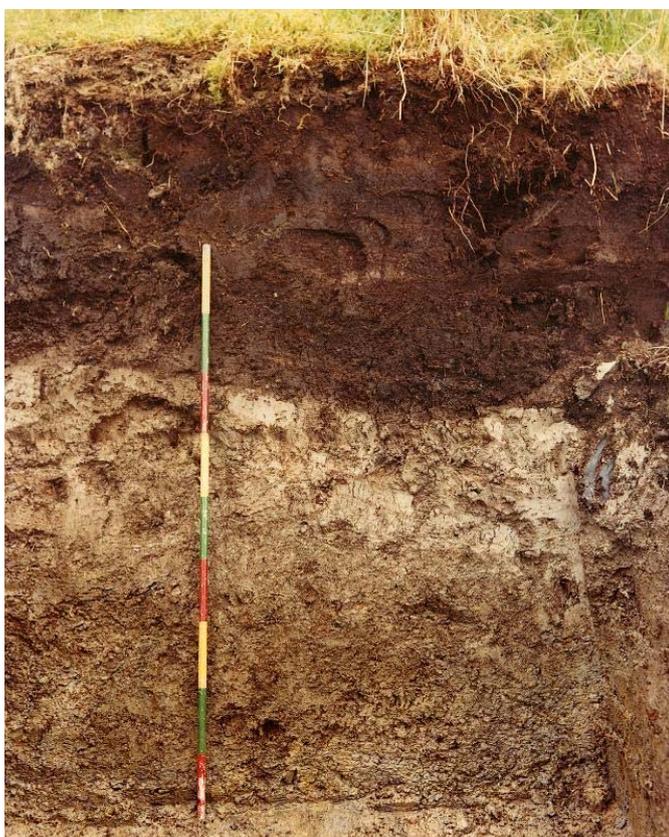


Рис. 24. Каштановые почвы.

В профиле дерново-слабоподзолистых почв ленточных сосновых боров выделяются почвенные горизонты: A_1 , A_2 (A_2B), B и C_k . Они малогумусные: содержание гумуса в горизонте A_1 1,0-1,2%. Реакция среды кислотная, pH водный 5,8-6,0. Емкость поглощения ничтожная. Содержание P_2O_5 7-18 мг, K_2O 20-26 мг в 100 г почвы. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает Ca; H и Al десятые доли мг-экв. Механический состав почв песчаный.

В крае, особенно в его южной части, получили развитие солонцеватые почвы, солончаки и солонцы луговые и лугово-степные, оподзоленные почвы и др.

В горных районах развиты горные черноземы обыкновенные и южные, горные каштановые почвы, горные лугово-степные черноземовидные почвы, горно-лесные бурые и серые почвы.

Возраст почв 2-2,5 тыс. лет [5, 6, 44, 45].

Они подвергаются ветровой эрозии (дефляции) и водной эрозии.

Почвы Алтайского края являются благоприятными для развития растениеводства.

7.2. Погребенные почвы, их свойства и генезис

Среди лёссовых отложений Алтая, имеющих характерный палево-желтый цвет, нередко отмечаются слои и прослои других цветов: черного, коричневого, бурого, темно-серого и серого различных тонов и насыщенности.



Рис. 25. Серая лесная почва

В литературе и практике инженерных изысканий за этими породами закрепилось название «погребенные почвы». Иногда их называют «ископаемыми почвами» или «палеопочвами».

В степном Алтае они встречаются в нижне-среднеплейстоценовых суглинках и супесях красnodубровской свиты и в покровных позднеплейстоценовых лёссах [57, 68, 89, 90]. В разрезах отложений плейстоценовой системы, мощность которых на Алтае составляет 55-150 м, количество слоев погребенных почв непостоянно, варьируя от 2-3 до 13. Протяженность слоев их от нескольких десятков метров до нескольких километров. Мощность слоев от 0,1 до 2,0 м, чаще 0,3-0,8 м.

Наиболее ярко погребенные почвы проявлены в обнажениях на крутом левобережном склоне долины р. Оби в отложениях красnodубровской свиты и покровных лёссов. Зафиксированы они также в многочисленных скважинах на Приобском плато (в том числе на ключевом участке «Барнаул»), на Бийско-Чумышской возвышенности и др. регионах.

Погребенные почвы представлены оглееными суглинками, реже супесями, как правило, твердой консистенции, макропористыми (иногда наблюдается большая макропористость, до 10-15 пор на 1см^2). Повсеместно наблюдаются налеты карбонатов, солей марганца и пятна ожелезнения.

Основной признак любых почв – наличие гумуса. Но содержание органических веществ в погребенных почвах Алтая обычно низкое, составляя доли процента, иногда до 1 % (в том числе, примерно в равных количествах гумус и неразложившиеся растительные остатки) или эти вещества вовсе отсутствуют. По содержанию органики погребенные почвы, как правило, не отличаются от вмещающих их лёссов, хотя отмечаются погребенные почвы и с более высоким значением органических веществ, чем в лёссовых отложениях [57, 69, 90].

Результаты исследования физико-механических свойств погребенных почв и вмещающих их лёссов (выше и ниже) на Приобском плато представлены в табл. 48 [50, 62].

Таблица 48

Физико-механические свойства погребенных почв и лёссов, перекрывающих и подстилающих эти почвы

Показатель	Лёссы,		Погребенные почвы	
	n	X _n	n	X _n
Природная влажность, доля единицы (д. е.)	98	0,14	108	0,18
Предел раскатывания, д. е.	98	0,18	108	0,19
Предел текучести, д. е.	98	0,27	108	0,30
Число пластичности, д. е.	98	0,11	108	0,11
Показатель текучести (консистенция)	98	-0,36	108	-0,09
Плотность минеральных частиц грунта, кг/м ³	96	2700	50	2700
Плотность грунта, , кг/м ³	93	1710	50	1680
Плотность сухого грунта (скелета грунта), , кг/м ³	93	1490	50	1430
Коэффициент пористости, д. е.	93	0,82	50	0,91
Модуль деформации, МПа E=0,1-0,3	42	9	34	8
Удельное сцепление. кПа	29	30	13	27
Угол внутреннего трения, град.	29	22	13	22

Примечание: n – количество определений, X_n – нормативное значение характеристик.

Как видно из табл. 48 природная влажность, предел раскатывания и предел текучести погребенных почв немного выше, чем у перекрывающих их лёссов. Число пластичности одинаковое 0,11 (суглинки). Плотность грунта и плотность сухого грунта почти одинаковая, разница минимальная, но у погребенных почв чуть меньше. Величина коэффициента пористости близка у обоих видов грунта, но у лёссов несколько меньше. Модули деформации отличаются незначительно. Угол внутреннего трения одинаков, значения удельного сцепления близки, но у лёссов оно

несколько выше.

При исследовании погребенных почв в опорных лёссовых разрезах (ключевые участки «Володарка» и «Барнаул») установлено, что по грансоставу они также практически не отличаются от вмещающих лёссов: содержание песчаных частиц 10-20 %, пылеватых 60-70 %, глинистых 20-30 % [84-89, 90, 97].

Коэффициент агрегативности погребенных почв или такой же, или несколько ниже, чем у вмещающих лёссов.

Природная влажность погребенных почв, влажность на границе текучести и раскатывания или равна, или немного выше, чем у лёссов (на 0,02-0,05 д.е.), а плотность или равна или чуть меньше.

Число пластичности варьирует от 0,07 до 0,14, а пористость чаще выше, чем вмещающих лёссов, но имеются случаи и с обратной зависимостью.

Модуль деформации погребенных почв природной влажности равен или меньше, чем у лёссов, а в замоченном состоянии грунтов он одинаков.

По относительной деформации просадочности погребенные почвы не выделяются среди лёссов.

Таким образом, по основным петрографическим признакам (грансостав, текстурно-структурные особенности, содержание гумуса), по физико-механическим свойствам и просадочности погребенные почвы почти не отличаются от вмещающих их лёссов, за исключением цвета [68].

Погребенные почвы нельзя именовать почвой, так как содержание гумуса в них весьма мало (отвечает содержанию его в лёссах), а он является основным компонентом почв, определяющим их сущность. Поэтому нельзя именовать эти грунты даже погребенной или ископаемой почвой.

Мы наблюдаем лишь реликты (остаточные признаки) почв, представленные, как правило, только цветом. Причем, уверенно говорить, что этот цвет отражает цвет существовавшей ранее почвы, нельзя.

С формальной точки зрения этот грунт нельзя называть почвой из-за того, что в нем не протекают почвообразовательные процессы, а также из-за того, что он не обладает плодородием [68].

Термин «погребенные почвы» укоренился, так как среди ряда исследователей (А.В. Евсеев, А.А. Свиточ и др.) существовало мнение, что в те периоды, когда отлагался эоловый материал формировались осадочные отложения [45]. А в те кратковременные периоды (перерывы), когда эоловые частицы не поступали, формировались почвы, которые затем перекрывались новыми порциями эола, и ныне являются погребенными.

По их мнению, погребенные почвы отражали перерывы в осадконакоплении и хотя лишены многих свойств почв, отражают их первоначальное существование, в отличие от вмещающих лёссов, которые, по их мнению, никогда не были почвами.

Представление, что почвы не формировались при эоловом отложении частиц, является неверным. Почвы существовали, развивались на поверхности суши Земли непрерывно и почти повсеместно, начиная с того момента (ордовик - силур), когда на земном шаре появилась растительность [62]. Они развивались во все времена, в том числе и в позднеплейстоценовое время, и в современное время, а не только в те ограниченные кратковременные отрезки времени, когда формировались локально развитые «погребенные почвы».

Согласно эолово-почвенной гипотезе покровные лёссы Алтая формировались при седиментации эоловых осадков на почву, вовлечении их в почвообразовательные процессы, развитии и завершении почвообразовательных процессов и при дальнейших диагенетических преобразованиях почвы (почворазрушительных процессов) [68, 70, 100].

Таким образом, каждый отрезок разрезов лёссов ранее прошел стадию пребывания в состоянии почвы.

Так называемые, погребенные почвы – это грунты с сохранившимися остаточными признаками почв [68].

При некоторых условиях почворазрушительные процессы в горизонте В могут не дойти до конца: задерживается окончательный распад гумуса и в какой-то мере сохраняется цвет [68].

Причиной консервации признаков почв могла явиться своеобразная экологическая обстановка, существовавшая в период захоронения этих грунтов, задержавшая распад гумуса и в какой-то мере сохранившая цвет.

Можно предположить, что это возможно в среде, близкой к восстановительной. Восстановительная обстановка или близкая к ней могла существовать в местных замкнутых понижениях рельефа, к примеру, в так называемых «степных блюдцах». Эти бессточные котловины широко развиты в степном Алтае [68].

Если в дальнейшем среда изменится (станет окислительной), то почворазрушительные процессы пойдут до конца в вышележающих частях горизонта В (при последующем накоплении эолового материала и дальнейшем движении почвенного профиля вверх). В таком случае получится, что над слоем с законсервированными реликтовыми признаками почв будет формироваться обычная материнская порода, а рассматриваемый слой окажется погребенным.

На Алтае погребенные почвы не образуют значительно протяженные горизонты (на десятки и сотни километров) [68, 100]. Известно, что и в других регионах они развиты локально. Это, в основном, аazonальные образования и можно предположить, что формировались они в указанных депрессиях. Поэтому использование их в целях стратиграфической корреляции должно быть осторожным, так как может привести к ошибкам.

Итак, «погребенные почвы» - это грунты, сформировавшиеся, как и лёссы, в результате эолового накопления осадков, вовлечения их в почвообразовательные процессы и последующего разложения почв, но в какой-то мере сохранившие отдельные признаки почв.

Именовывать их почвами нецелесообразно. Это лёссы с реликтовыми признаками почв.

8. Растительный мир

Алтайский край находится в пределах двух географических зон: лесостепной и степной. Граница их проходит ориентировочно на широте г. Барнаула.

Флора богата и разнообразна. Всего насчитывается 2186 видов растений, в том числе 1886 аборигенных и 300 адвентивных, около 400 видов мхов, около 700 видов лишайников [3, 11, 42, 89, 91]. Среди них есть представители эндемических и реликтовых видов.

Сосудистых растений насчитывается 1980 видов, которые относятся к 636 родам и 127 семействам. Крупнейшие семейства - астровые, мятликовые, бобовые, осоковые, капустные, лютиковые, гвоздичные, розоцветные, маревые, яснотковые.

Крупнейшими родами являются: осока (75 видов), астрагал (34 вида), полынь (31 вид), ива (28 видов), лапчатка (28 видов), лютик (27 видов) и лук (26 видов).

Флора края характеризуется как бореальная со степными чертами.

На территории края представлены следующие типы растительности: лесов, степи, лугов, болот, тундр. Меньшее значение имеют кустарниковый, скальный, водный, береговой и горный типы растительности.

с

8.1. Степная растительность

Степная зона Алтая – это часть «Великой степи», простирающейся в субширотном направлении от Венгрии через Украину, Россию, Казахстан, Монголию и Китай (Манчжурию) почти до Тихого океана. Термин «Великая степь» введен голландцем Николаасом Витсенем. Его использовали в своих трудах многие исследователи, в том числе историк и географ Лев Николаевич Гумилев («Древняя Русь и Великая степь», 2006 г.).

Среди степей края выделяют настоящую степь, засушливую (сухую) степь и луговую степь.

Настоящая степь занимает большую часть равнинных территорий Алтая, располагаясь в Приобском плато, северо-восточной части Кулундинской равнины, в Предгорье Алтая и на надпойменных террасах. Для нее характерно преобладание дерновинных ксерофильных и мезоксерофильных злаков, богатой видами группы разнотравья. Виды разнотравья характерны для сообществ разнотравно-дерновинно-злаковых степей.

Среди основных видов растительности настоящей степи ковыли перистый и волосовидный, полынь холодная, тонконог гребенчатый, типчак, пырей ползучий, прострел сомнительный, ирис низкий, горечавки растопыренная и ложноводяная, костер безостый, житняк, лапчатки, люцерна, овсяница ложноовечья, астрал, тимьяны, донник, мятлики и др.

На отдельных участках отмечается обилие полукустарничковых полыней.

На солонцах по склонам и шлейфам грив, на склонах озерных котловин, на приподнятых межгривных участках развиты галофитно-злаковые настоящие степи. Здесь преобладают дерновинные, рыхлодерновинные и длиннокорневищные виды злаков. Среди разнотравья характерны *Limonium gmelinii*, *Galatella biflora* и *Plantago salsa*.

Засушливая (сухая) степь занимает юго-западную часть Кулундинской равнины. Травянистая растительность представлена здесь ковылями, типчаком, полынями и др. травами.

В восточной части этой степи отмечается большое количество колков: березовых, осиново-березовых и осиновых. Между колками располагаются разнотравно-злаковые луга с ксеромезофильными растениями: лабазником обыкновенным, жабрицей порезниковой, девясилом иволистным, подмаренником весенним, адонисом весенним, крупкой перелесковой, валерианой клубненоской.

8.2.Лесная растительность

Лесной фонд занимает 26% территории края, из которой 81,6% покрыты лесом. Общая площадь, покрытая лесами, в Алтайском крае составляет 3,816 млн. гектаров.

Леса относятся к бореальной Урало-Сибирской (Южно-Сибирской) фратрии. Здесь выделяются формации: равниннотаежные березовые и осиновые леса,



Рис. 26. Сосновый лес

равниннотаежные сосновые леса, горнотаежные сосновые леса, горнотаежные лиственничные леса, горнотаежные кедровые, пихтовые и еловые леса, черневая тайга, леточные сосновые боры алтайских равнин.

Равниннотаежные березовые и осиновые леса распространены в долинах Оби, Чарыша, Чумыша и др. рек.

Леса распределены на территории края неравномерно. В Кулундинской степи и лесостепной зоне левобережья Оби лесистость составляет 12%, в правобережье Оби – 24%, повышаясь в горной части до 34%.

В хвойных лесах отмечается 5 видов главных лесообразующих пород: сосна обыкновенная, сосна кедровая, пихта сибирская, ель сибирская и лиственница сибирская. Благодаря шишкам кедр является исключительно полезным деревом как для животных, так и для человека. В урожайные года отмечается повышенное размножение белок, клестов и др. живонных. Местные жители с заботой относятся к кедровым деревьям. Отмечаемая в некоторых местах рубка кедровых массивов является варварством

Равниннотаежные **сосновые леса** широко развиты в правобережье Оби. Сосновые леса занимают около 40% лесопокрытой площади.

В северных районах края выделяются следующие типы соснового леса:

-боры зеленомошники, занимающие более влажные места с понижениями между буграми. Здесь отмечаются зеленые мхи, брусника, черника, костяника, грушанка, майник двулистный, хвощ лесной, зимолубка;

--боры лишайниковые, занимающие вершины холмов;

-боры травяные в понижениях между холмами. Травяной покров разнообразный. В этом типе леса появляется подлесок, состоящий из крушины, калины, карагана;



Рис. 27. Участок липового леса на Салаире. Фото Н.Лазинского

-березово-осиновые и сосново-березовые древостои с подлеском из акации и черемухи, тяготеющие к пониженным местам;

-чистые березняки и осинники в наиболее пониженных местах.

Значительную часть сосновых лесов составляют уникальные ленточные боры Кулундинской равнины и Приобского плато.

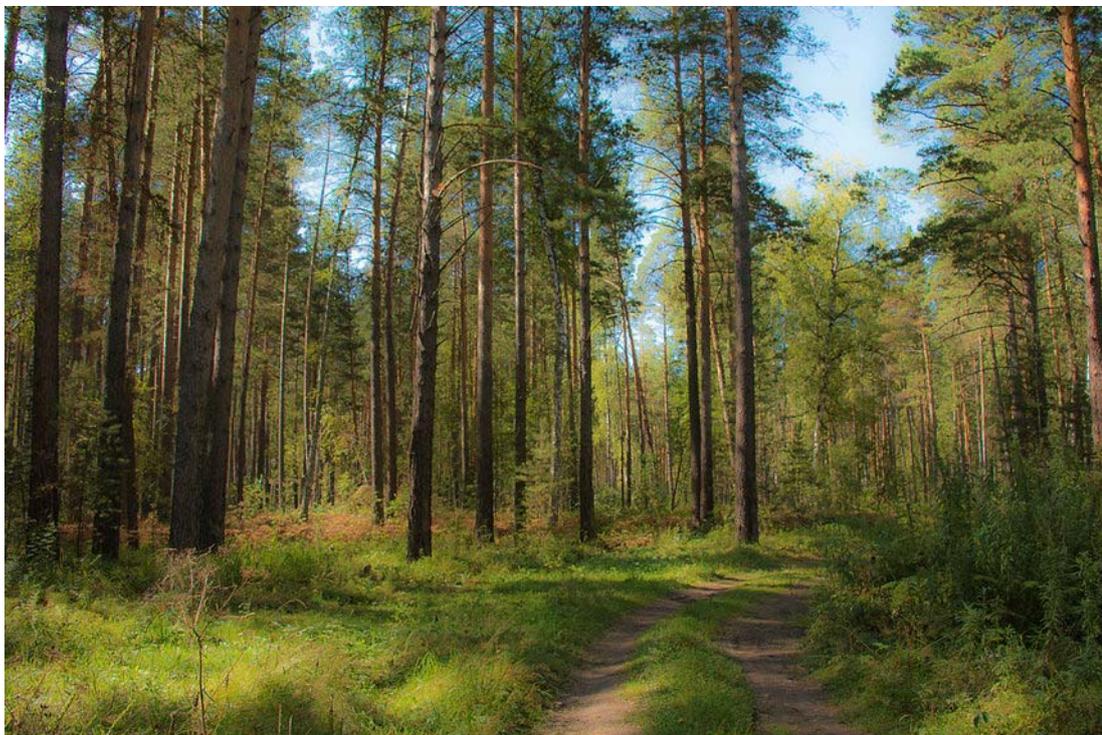


Рис. 28. Ленточный сосновый бор

Они вытянулись с юго-запада на северо-восток. Всего насчитывается 5 ленточных сосновых боров: Барнаульский, Касмалинский, два Кулундинских и Бурлинский. Они приурочены к древним долинам стока рек северо-восточного направления, соответствующему господствующему направлению ветров. Протяженность их 120-550 км, ширина 4-7 км. Самый длинный – Барнаульский бор, протягивающийся от Барнаула почти до Иртыша. Касмалинская и Барнаульская ленты в районе сел Волчиха и Сросты сливаются вместе образуя единый боровой массив шириной до 40 км.

Боры имеют грядово-бугристый рельеф песков. Высокие сухие места заняты чистыми сосняками с лишайниками. В понижениях появляются мхи, плауны с грушанкой и майником. По склонам гряд к сосне примешиваются береза, осина с папоротником и разнотравьем.

Юго-западная часть боров более остепнена.

Сосновые леса в крае встречаются также в Алтайской предгорной равнине во внешнем западном и северном обрамлении гор Алтая у сел Колывань, Большой Башчелак, Белокуриха и Алтайское.

Горнотаежные сосновые леса развиты в низкогорье и среднегорье западного и северного Алтая.

Кустарниковая растительность сосновых боров представлена боярышником кроваво-красным, бузиной сибирской, ежевикой сизой, жимолостью татарской, ивой,

калиной, кизильником черноплодным, караганой древовидной, малиной обыкновенной, крушиной ольховидной, рябиной сибирской, смородиной черной, черемухой обыкновенной, яблоней сибирской.

Травянистые растения сосновых боров – это представители видов семейств: хвощевых, плауновых, пионовых, лютиковых, розоцветных (земляника, костяника, клубника, репейник), бобовых (астрагал, вика, горошек, клевер, донник, люцерна), гвоздичных (зорька, мшанка), маревых (лебеда, верблюжник, марь), росянковых, повиликовых, звверобойных, молочайных, вересковых, фиалковых, зонтичных, гречишных, крапивных, кипрейных, валериановых, пасленовых, сложноцветных (ромашка, василек, пижма, полынь, девясил, мать-и мачеха), лилейных, злаковых, осоковых.

Темнохвойные пихтово-кедровые леса распространены на Салаире и в Алтайской предгорной равнине.

. **Горнотаежные лиственничные леса** распространены в северной части Алтая.

Горнотаежные кедровые, пихтовые и еловые леса отмечаются на Салаире, в северной и западной частях Горного Алтая.

Черневая тайга встречается «островками» на Салаире, в северо-восточной части Алтая (Солонешенский и Смоленский районы), а также в западной части предгорья и низкогорья Алтая на Тигирецком хребте (Курьинский и Змеиногорский районы). В составе черневой тайги кедр, пихта, береза, сосна. На Салаире отмечаются липовые рощи.

Лиственные леса. Основные виды лиственных деревьев: береза, осина, тополь, клен, ольха.



Рис. 27. Черневая тайга на Салаире. Фото А. Королюка

Алтайская предгорная равнина покрыта березовыми лесами, иногда с примесью осины. В подлеске отмечаются карагана, шиповник, таволга. Богатый разнотравный

покров представлен клевером люпиновым, ежей сборной, володушкой золотистой, костяницей и др. Леса чередуются с лугами.

На Приобском плато, Кулундинской равнине и на надпойменных террасах лиственные леса встречаются в виде колков в микропонижениях, занятых березами, реже березами и осинами. Травяной покров мезофильный, в нем отмечаются костяника, чистец, воробейник, вика, гранатник, из злаковых – тимофеевка, ежа, мятлики.

8.3. Луговая растительность

В Алтайском крае имеются луга на равнинах и в горной местности (альпийские луга).

На равнине луга распространены на надпойменных террасах и поймах, по окраинам колков, на лесных опушках, прогалинах, окраинах болот и др.

Для лугов характерны луговые злаково-разнотравные и разнотравно-злаковые сообщества растений. На низких террасах рек и поймах развиты разнотравные низинные и заливные разнотравно-злаковые луга. Пойменные луга обычно с тростником, камышом, рогозом. В некоторых частях Алтая можно встретить луга с небольшими рощами с тополем, кленом, осиной, березами.

На лугах повсеместно отмечается широкое разнообразие цветов: гвоздики разных цветов; колокольчики голубого цвета, разные сорта тюльпанов, ромашки, лютики желтого цвета и др.

В юго-западной части Горного Алтая (Коргонской, Башчелакский, Коксуйский, Тигирекский хребты) встречаются субальпийские и альпийские луга.

Субальпийские луга с высокотравьем близ нижней границы (с лесом) вперемешку с группами кедров и лиственниц. Высокий густой травостой создают маралий корень, сосюра широколистная, борец северный, огонек азиатский, володушка золотистая и др. При умеренной влаге формируются низкотравные субальпийские луга с манжеткой обыкновенной, змееголовником крупноцветковым, злаками и др.

Альпийские луга характеризуются высокогорными видами трав, лесные виды трав почти отсутствуют. На крупнотравных альпийских лугах преобладают огоньки, водосборы, лютики, копеечники. На мелкотравных альпийских лугах чаще отмечаются фиалка алтайская, красивоцвет узколистный, лагонис цельнолистный, мытник Эдера, шульция косматая, лютик алтайский.

8.4. Тундровая растительность

Тундры встречаются на Коргонском, Тигирекском и др. хребтах. На поверхности почвы здесь развиваются мхи и лишайники.

Выделяют мохово-лишайниковые, травянистые и кустарниковые тундры.

В мохово-лишайниковых тундрах помимо мхов и лишайников встречаются и высшие растения – злаки (мятники алтайский и альпийский, трищетинник колосистый), пушица, фиалка алтайская и др.

Травянистые тундры богаты высшими растениями, с присутствием мхов и лишайников. Развиты злаки (овсяница Крылова, душистый колосок, зубровка альпийская) и осоки (осока поникшая, осока стоповидная и др.).

Кустарниковые тундры занимают плоские водоразделы. Характеризуются тем, что значительные площади занимают заросли березки круглолистной и кустарниковых ив.

8.5. Культурные насаждения

Помимо естественной растительности в крае имеются культурные насаждения: лесополосы, участки посаженных деревьев взамен погибших (при пожарах и др.), сады, парки, скверы, цветники, газоны, ряды деревьев вдоль улиц и во дворах в населенных пунктах.

Так, на ключевом участке «Барнаул» насаждения общего пользования представлены парками, скверами и бульварами.

В городе существует 12 парков. Общая площадь их 181,9 га. Наиболее крупные из них: Юбилейный парк (57 га), парк Индустриального района (26 га), «Изумрудный» (19,4 га), «Солнечный ветер» (14,5 га), Нагорный парк (14 га) и парк по ул. Островского (12,5 га). Большая часть парков расположена в западной части города. Кроме того имеется Мизюлинская роща (детский парк) площадью 11 га.

В городе 38 скверов. Общая площадь их 32,8 га.

В Барнауле имеется восемь бульваров общей площадью 37 га.

Среди зеленых насаждений в парках, скверах, на бульварах, вдоль улиц и во дворах преобладают тополь черный, клен ясенелистный и береза бородавчатая.

Значительно реже встречаются другие деревья и кустарники: ель сибирская, лиственница, липа, сирень, рябина, яблоня с мелкими плодами, ива, осина, сосна. В последнее время тополя начали вырубать, и вместо него производятся посадки березы, ели и рябины. Из кустарников чаще всего встречаются вяз мелколистный, карагана древовидная, жимолость татарская, шиповник, сирень [2,16, 25].

В городе проводится масштабная работа по посадке зеленых насаждений. Ежегодно высаживается порядка 7 тыс. деревьев, 8 тыс. кустарников, создается до 10 га газонов, около 20 зеленых уголков и высаживается порядка 14 млн. цветов.

8.6. Сорная растительность

На территории края насчитывается 501 вид сорных растений. Среди них наиболее вредными являются сеgetальные растения – засорители сельскохозяйственных культур. Из них можно отметить такие сорняки как пырей ползучий, болиголов крапчатый, осот полевой, бодяг щетинистый, ячмень гривастый, свербига восточная, щетинник зеленый, марь белая, амарант запрокинутый, ярутка полевая. Значительную роль играют аборигенные растения, перешедшие на окультуренные земли из естественных ценозов: одуванчик лекарственный, черноголовка обыкновенная, котовник сибирский, борщевик и др.

8.7. Эндемичные виды растений

Всего в крае насчитывается 94 эндемичных вида растений. Больше всего их в семействах астровых (20 видов), бобовых (16 видов), мятликовых (7 видов),

лютиковых и буранчиковых (по 7 видов). Среди них можно отметить маралий корень, ирис Людвига, зубянку сибирскую, колюрию гравилатолистную.

8.8. Реликтовые растения

Это, как правило, остатки третичной теплолюбивой хвойно-широколистной формации – черневые леса (черневая тайга). В крае сохранилась только одна древесная широколистная порода – липа и около 50 травянистых растений, в том числе наперстянка крупноцветковая, зубянка сибирская, подмаренник душистый, крестообразник Крылова, цирцея парижская.

Из водных реликтов можно отметить чилим (водяной орех, рагульник, чертов орех) и сальвинию плавающую (водный ппоротник). Чилим встречается в озерах Колыванском, Манжерок, Канонерском, Ая.

8.9. Редкие и исчезающие растения

Из редких и исчезающих растений, занесенных в книгу «Редкие и исчезающие растения Сибири», в крае отмечаются адонис (горицвет) весенний, адонис пушистый, красоднев малый, лилия кудреватая, кувшинка чисто-белая, огонек азиатский, любка двулистная и др. В Красную книгу СССР и книгу «Редкие и исчезающие растения Сибири» внесен ятрышник шлемоносный. В Красную книгу РСФСР занесен пион степной. Гнездоцветка клобучковая и ковыль перистый внесены в Красную книгу РСФСР и книгу «Редкие и исчезающие растения Сибири». Башмачок известняковый занесен в Красную книгу СССР и Красную книгу РСФСР.

Все перечисленные растения включены также в Красную книгу Алтайского края (редакция 2019 г.). [11]. Всего включено в Красную книгу Алтайского края 204 вида растительности: покрытосеменных (цветковых) 143 вид, лишайников 23 вида, папоротникообразных 15, грибов 11, мохообразных 10, плауновидных 2 вида.

Из них можно отметить пион гибридный, солодку уральскую, кандык сибирский, чилим, горечавку одноцветковую, фиалку надрезанную, липу сибирскую, все виды диких орхидей, уникальные папоротники, ряд лекарственных трав: копытень европейский, аконит обманчивый, наперстянка крупноцветковая, тысячелистники Ледебура, Шмакова и др. растения.

8.10. Растительные ресурсы

К растительным ресурсам относятся запасы древесины, сенокосные и пастбищные угодья и полезные растения.

Запас древесины составляет 548,6 млн м³. Преобладающими породами в лесах края являются хвойные (41,3% по площади и 53,6% по запасу, в том числе кедр – 1,1%), мягколиственные (58,7% по площади и 46,4% по запасу). Средний возраст насаждений – 65 лет, в том числе хвойных – 89 лет и лиственных – 47 лет. В Гослесфонде выделено 4 лесохозяйственных района: Приобский (водоохранный), Салаирский (черневая тайга), Ленточно-боровой (поле- и почвозащитный) и Предгорный (Предгорья Алтая).

Пастбищные и сенокосные угодья Алтайского края занимают 3731 тыс. га, что составляет 35% от площади сельскохозяйственных угодий. На них произрастает до 300 видов растений, представляющих грубые корма.

Всего полезных растений во флоре 1184 вида. Из полезных видов растений имеются: лекарственные – 913 видов, медоносные – 379, кормовые – 663, декоративные – 400, пищевые – 228, витаминные – 42, красильные – 117, эфирно-масличные – 87, дубильные – 58, ядовитые – 135, технические – 79, плетеночные – 27, волокнистые – 14, древесинные – 24, пергающие – 73, инсектицидные – 63 видов. Широко используются в официальной медицине 100 видов растений.

Наибольшее количество ценных растений приходится на семейства астровых – 153 вида, мятликовых – 82, бобовых – 62, лютиковых – 66, розоцветных – 57, яснотковых – 52, сельдерейных – 39, маревых – 32, гвоздичных – 45 видов.

Среди лекарственных растений можно отметить золотой корень, маралий корень, красный корень, бадан толстолистный, валериану лекарственную, синюху лазоревую, марьян корень, солодку уральскую, череду, чистотел, душицу, зверобой, девясил высокий, одуванчик, горец птичий, адонис весенний, бруснику, аир болотный, кубышку желтую и др.

Из пищевых растений в сыром виде используют стебли борщевика, дудника лесного, скерды сибирской, листья щавеля, ревень, черемшу (колбу), дикий лук (лизун), папоротник-орляк.

Кормовые растения представлены семействами злаковых, бобовых, астровых, маревых, лютиковых, гвоздичных, крестоцветных и осоковых. Наиболее ценными в составе травостоя покоса и пастбищ являются бобовые. Всего в крае имеется 112 видов бобовых, из них 60 видов – кормовые: роды астрагал, донник, люцерна, клевер, эспарцет. Ценных кормовых злаков 76 видов. Наиболее продуктивными по производству зеленой массы кормов являются пойменные сенокосные луга. Травянистая растительность кормовых угодий успешно предохраняет почву от эрозии и дефляции.

Из ядовитых растений можно отметить борец алтайский, представители семейства лютиковых (живокость, борцы, калужница, горицветы, воронец красноплодный), семейства сельдерейных-зонтичных (вех, болиголов пятнистый, поручейник широколистный и др.). Из ядовитых кустарников – волчник обыкновенный (волчье лыко). Можно упомянуть ядовитые травы: белену, чемерицу, вороний глаз, звездчатку злаколистную, куколь обыкновенный и др.

Декоративные растения – это красоднев, водосборы, ломонос, ирисы, ветреница, из кустарников – таволга, жимолость, пятилистник, сибирка и др.

Инсектицидные растения – пиретриумы, пижма, черемуха, полынь, тысячелистник, пупавка, солонечник и др.

9. Животный мир

Животный мир Алтайского края многообразный и многочисленный [2, 3, 12, 89, 91]. Многообразие зональных и интразональных ландшафтов Алтайского края способствует видовому разнообразию животного мира.

Встречаются представители степного и лесостепного комплексов с Восточно-Сибирскими представителями тайги Центрально-Азиатской географической подобласти.

Всего в крае насчитывается 100 видов млекопитающих, 320 видов птиц, 9 видов пресмыкающихся, 7 видов земноводных, 33 вида рыб, многочисленная группа беспозвоночных, из которых более 400 видов насекомых.

Класс млекопитающих представлен 6 отрядами и 22 семействами. В отряде грызунов 37 видов, в отряде хищных 17 видов, в отряде насекомоядных 13 видов, столько же в отряде рукокрылых, 5 видов из отряда парнокопытных и 4 вида из отряда зайцеобразных.

1. Отряд хищных млекопитающих:

- бурый медведь живет в глухих местах в лесах на северо-востоке края (Салаир) и в горно-таежной местности Алтая,
- волк, встречается почти по всей территории края;
- россомаха (из куньих), места обитания – леса;
- барсук обитает в лесах, реже в лесостепи;
- лисица обыкновенная, места обитания лесостепь, реже степь, лес;
- корсак (степная лисица) живет в степи, реже в лесостепи;
- выдра селится по лесным речкам;
- норка американская, место обитания – весь бассейн Оби;
- соболь живет в горно-таежных хвойных и смешанных лесах;
- хорек степной, место обитания степь;
- горностай обитает в лесостепи и в лесу:
- колонок встречается в лесу;
- перевязка обитает в горных районах;
- ласка, места обитания предгорные районы;
- манул живет в горных степях;
- солонгой обитает в скальной тундре;
- ирбис (снежный барс) обитает в высокогорной альпийской зоне.



Рис. 30. Снежный барс (ирбис) m.ok.ru

2. Отряд парнокопытных:

- лось обитает в лесах, реже в лесостепи;
- олень благородный (его подвид марал), места обитания леса, предгорья Салаира и Алтая;
- кабарга обитает в горных лесах;
- косуля сибирская в лесостепи, предгорьях Алтая и Салаира;
- кабан живет в лесах, в предгорьях Алтая.

3. Отряд зайцеобразных:

- заяц-беляк, живет почти везде, в основном, в лесостепи и в лесах;
- заяц-русак обитает в степи и лесостепи;
- пищухи алтайская и малая отмечается в горных степях и в предгорьях.

4. Отряд насекомоядных:

- еж обыкновенный и еж ушастый живут в лесостепи и лесах;
- крот сибирский или алтайский, места обитания лесостепь, реже леса и степь;
- бурозубка встречается в разреженных лесах и в лесостепи.

5. Отряд рукокрылых: кожан двухцветный, трубконос большой, ушан бурый, ушан Огнёва, кожанок северный, вечерница рыжая и ночница водяная – встречаются почти везде.

6. Отряд грызунов:

- бобр обыкновенный, места обитания – речки в лиственных лесах;
- сурок серый живет в горных и предгорных степях;
- суслик длиннохвостый и суслик краснощекий обитают в степи, лесостепи и в предгорьях Алтая и Салаира;
- белка обыкновенная живет в лесах и в лесостепи;
- бурундук сибирский, места обитания – хвойные леса;

- летяга обыкновенная обитает в лиственных и смешанных лесах;
- цокор алтайский отмечается на равнине и в предгорных районах;
- ондатра встречается в речках в лесостепи и в лесах;
- тушканчик большой и тушканчик мохноногий, места обитания – степи и лесостепи;
- хомяк обычный живет в лиственный и смешанных лесах, в лугах и на полях;
- крыса серая, места обитания – водоемы, а также рядом с человеком;
- полевка водяная или водяная крыса отмечается по берегам рек;
- полевка обыкновенная живет в степях, лесостепях и в лесах;
- мышовка лесная обитает в лесах, лесостепях и кустарниках;
- мышь полевая встречается в лесостепи и в лесах;
- лемминг лесной живет в хвойных лесах.

В каждом из основных ландшафтно-геоморфологических районов края сформировался свой особый состав млекопитающих.

На равнине в степи это волки, лисицы, корсаки, барсуки, но преобладают грызуны: суслики, степные хори, зайцы-беляки (иногда и зайцы-русаки), тушканчики, полевки обыкновенные, красные и рыжие, мыши полевые и др. Доминирующим стал краснощекий суслик.

На равнине в лесостепи и лугах преобладают волки, лисицы, барсуки, лоси, косули сибирские, ежи обыкновенные и ушастые, зайцы-беляки и зайцы-русаки, кроты, бурозубки, суслики, цокор алтайский, ондатры, тушканчики, хомяки, полевки, мышовки лесные, мыши полевые и др. Практически все лесостепные районы, где есть водоемы, являются местом обитания ондатры. Завезенный в двадцатые годы XX в. из Северной Америки грызун, имеющий промысловую ценность, успешно акклиматизировался на алтайских землях.

На равнине в лесах живут волки, лисицы, барсуки, выдры на лесных речках, горностаи, ласки, колонки, зайцы-беляки, ежи, кроты, бурозубки, белки, бурундуки, летяги, барсуки, ондатры, хомяки, полевки обыкновенные, мышовки лесные, мыши полевые, лемминги и др. Реже встречаются бурые медведи, россомахи, рыси, косули и лоси. В реках и водоемах Салаира водятся бобры, ареал которых с каждым годом увеличивается.



В предгорных лесостепных и луговых районах свой набор млекопитающих: лоси, волки, лисицы, ласки, косули, олени благородные (маралы), барсуки, норки американские (по речкам), кабаны, зайцы-беляки, пищухи, ежи, кроты, бурозубки, белки, цокоры алтайские, ондатры, хомяки, полевки обыкновенные, мышовки лесные, мыши полевые и др.

В горных степях и лугах обитают волки, лисицы, барсуки, манулы, горностаи, ласки, перевязки, кабарги, зайцы-беляки, ежи, кроты, норки, бурозубки, олени благородные, косули, сурки, суслики краснощекий и длиннохвостый, белки, ондатры, хомяки, полевки, мышовки лесные, мыши полевые и др. Из мелких грызунов многочисленны полевки. По каменистым россыпям на окраинах горных степей отмечаются даурская и монгольская пищухи. Птицы представлены жаворонками полевыми и степными, каменками плешанкой и плясуньей, степным коньком, удоном, степной лунью, пустельгой. Всего здесь живут 62 вида млекопитающих, более 260 видов птиц, 11 видов амфибий и рептилий, 20 видов рыб.

В горных лесах живут бурые медведи, росомахи, лоси, волки, лисицы, лоси, маралы, северные олени (редко), барсуки, горные бараны, выдры, соболи, горностаи, ласки, колонки, солонгои, косули, кабарги, перевязки, зайцы-беляки, пищухи, белки, летяги, норки, бурундуки, летучие мыши усатая ночница, сибирский трубконос, ночница Иконникова, рыжая вечерница и ушан, полевки, мышовки лесные и водяные, мыши полевые и др. Из птиц обитают сойки, кукши и кедровки. В таежной зоне также распространены важные промысловые виды куриных - глухарь и рябчик. В предгорьях, по опушкам леса обычен тетерев.

К суровым условиям высокогорных открытых ландшафтов приспособлены немногие виды животных. Это сибирский горный козел, архар (горный баран), снежный барс (ирбис), красивый и очень редкий хищник. В летнее время альпийский пояс посещают маралы, медведи, росомахи, встречаются также горностаи, пищуха, узкочерепная и высокогорная сибирская полевки, лисица, заяц-беляк. Из птиц в нижней части альпийского пояса (кустарниковой тундре) обычны белая куропатка, темнозобый дрозд, полярная овсянка, варакушка. Почти у самого снега обитают красноспинная горихвостка, алтайский улар.

Сезонные переходы из одной зоны в другую совершают медведь и копытные животные. Лось, косуля, марал, кабарга кочуют из тайги в луга и обратно. Маралы — олени, рога которых по весне содержат ценное вещество пантокрин, уже много лет разводят на мараловодческих фермах в горно-лесных районах края.

Количественный состав млекопитающих. По результатам описей млекопитающих, проведенных в 1998 г. и в последующие годы, численность их представляется в следующем виде: бурых медведей 3500-5500 особей, лосей 13-18 тыс., бобров 2-4 тыс., кабанов 500, снежных барсов 40-50, косулей 11 тыс., манулов 250-350, алтайских баранов 3500, кабарги 1500 особей.

Класс птиц представлен 19 отрядами. Из 320 видов птиц 240 видов гнездящиеся, 50 видов – пролетные и залетные, 80 видов зимующие.

Самая крупная птица – лебедь-кликун, весящая до 12 кг. Примерно столько же весит дрофа (9-12 кг). Самая маленькая птица – желтоголовый королек (4-8 г).

Наиболее многочисленный отряд птиц – воробьинообразные (137 видов). К ним относятся воробьи, ласточки, жаворонки, трясогузки, пеночки, соловьи, дрозды, синицы, овсянки и др.

В степях преобладают грач, сорока, серая ворона, галка; из мелких воробьиных больше всего полевого жаворонка, желтой трясогузки и черноголового чекана. Встречается серый журавль. Степная зона — место обитания хищных птиц: кобчика, пустельги, канюка-сарыча, которые охотятся на мелких полевых грызунов.

Много водных и околоводных видов птиц. На болотах и по берегам водоемов бродят многочисленные кулики, гнездятся утки, серые гуси, серые цапли, журавли, чайки. На озерах много уток: крякв, лысух, поганок, особенно чомги. Там же часто встречаются многочисленные колонии чаек (серебристая, сизая, озерная). На озерах и болотах алтайских равнин живут бекасы и чирки. На время перелетов в этих местах останавливаются лебеди и северные гуси.

В степи, лесостепи и предгорьях обитают хищники – орлы, соколы, ястребы, луны, орланы и др.

Разнообразен мир лесных птиц: пеночки, горихвостки, дрозды, лесной конек, вьюрковые (зяблик, чечетка, юрок, чечевица), обычны кукушка, козодой, дятлы - черный, большой и малый пестрый. Из мелких хищников распространены соколки - чеглок, дербник и кобчик. Встречаются ястребы - тетеревиатник и перепелятник, черный коршун, канюк, мохноногий сыч, ушастая сова, реже - филин. В хвойных лесах обитают кедровки и сойки, клесты.

В горах обитает хищная крупная птица — орел-беркут. Его добычей служат грызуны — мыши, суслики, сурки. Встречается белая куропатка, проживающая на высотах до трех тысяч метров.

Охотничье-промысловые птицы – кряквы, серые утки, чирки, гоголи, нырки, гуси, тетерева, рябчики, куропатки, глухари. и др.

Многочисленны и другие виды птиц: вороны, скворцы, куропатки, орлы-беркуты, совы, филины, снегири, голуби, черные аисты, выпи, сапсаны, балобаны, скопы, перепела, поползни, дрофы, стрепеты и др.

Класс пресмыкающихся представлены 5 видами змей (степная гадюка, обыкновенная гадюка, обыкновенный щитомордник, узорчатый полоз и обыкновенный уж) и 4 видами ящериц (прыткая ящерица, живородящая ящерица, такырник круглоголовый и разноцветная ящурка).

В классе земноводных отмечается 7 видов: углозуб, обыкновенный тритон, зеленая жаба, серая жаба, остромордая лягушка, сибирская лягушка и озерная лягушка.

Класс рыб представлен 40 видами из 12 семейств. Водоемы и реки равнин и горной зоны Алтайского края богаты рыбой.

Речные рыбы: сибирский осетр, стерлядь, таймень, ленок, нельма, сиг, сибирский елец, язь, лещ, сибирский пескарь, красноперка, сибирский голец, сибирская шиповка, налим, сом, судак, голавль, подкаменщик, колюшка, минога и др.

Озерно-речные рыбы: форель, хариус, щука, плотва, чебак, сазан, карп, окунь и др.

Озерные рыбы: линь, золотой и серебряный караси и др.

В реках равнин и предгорий обитают таймень, щука, язь, налим, хариус, ленок, стерлядь, окунь, елец, плотва сибирская, ерш, чебак, лещ, пескарь. В период нереста сюда поднимаются нельма и осетр. В озерах и старицах в долинах рек преобладают карась и линь.

В горных реках распространены таймень, ленок, хариус, голец, голянь, шиповка, пестроногий и сибирский подкаменщики. В верховьях небольших горных рек встречаются хариус, голец и голянь. В многочисленных горных водоемах на юге Алтайского края живет осман.

Самая многочисленная группа животных в крае – **беспозвоночные**, а среди них класс насекомых (более 400 видов): мухи, комары, слепни, оводы, клещи, мошки, бабочки, пчелы, осы, жуки, стрекозы, муравьи и др. Некоторые насекомые (комары, клещи) представляют реальную опасность, являясь переносчиками инфекционных заболеваний. Выявлено десять видов иксодовых клещей, способных быть носителями возбудителей клещевого риккетсиоза и клещевого энцефалита.

Эндемики. . Отличительной особенностью животного мира Алтая является формирование эндемических видов. В крае отмечается немало эндемичных видов животных. К ним относятся млекопитающие: алтайский крот, алтайская пищуха, рысь, манул, косуля, цокор алтайский, сибирский ушан, дрозд, перевязка, ушастый еж, марал, остроухая ночница, вечерница рыжая, кабарга, разноцветная ящурка, солонгой и др. Из птиц эндемики - стрепет, горная индейка, алтайский сарыч, орел могильник, дрозд, тонкоклювый кроншнеп, сапсан, тундровая куропатка и др.

Редкие и исчезающие животные. В «Красную книгу Алтайского края. Животные» включено 166 видов животных: 23 вида млекопитающих, 87 видов птиц, 6 видов рыб, 3 вида рептилий, 1 вид земноводных и 46 видов беспозвоночных, в том числе 41 вид насекомых.



Рис. 32. Горный козел



Рис. 33 . Белка

Из млекопитающих в нее помещены ирбис (снежный барс), архар, дзерен, красный волк, перевязка, манул, большой тушканчик, красноухая ночница и др.

Из редких и исчезающих птиц можно отметить балобана, журавля красавку, белую куропатку, филина, краснозобую гагару, дрофу, сокола-сапсана, алтайского улара, черного аиста, горного гуся, скопу, степного орла и др.

Небезинтересно отметить казус с экс-реликтовым зверем Алтайского края – тигром.

В период деятельности горно-промышленного комплекса (XVIII и XIX века) на Алтае водились и тигры. Видный исследователь Сибири Григорий Иванович Спасский, член-корреспондент Императорской Санкт-Петербургской Академии наук в своих воспоминаниях писал, что в октябре 1813 г. близ Локтевского свинцово-сереброплавильного завода на берегу р. Алея «осмотрел только что убитого тигра и произвел все измерения его: длину тела, размеры морды, ушей, лап».

Еще один тигр был убит крестьянами деревни Сетовка (братья Степан и Егор Майдуровы и др.) Бийского уезда 15 октября 1839 г. Он оказался весом 8 пудов 10 фунтов, длина его с хвостом 3,75 аршина, высота 1,5 аршина. Об этом сообщила газета «Звезда Алтая» в декабре 1925 г., и А. Коптелов написал рассказ «Как 25 сибиряков на тигра ходили» в книге «Владыка джунглей». Алма-Ата: Изд. «Наука», 1966 г.

Всемирно известный зоолог Альфред Брем, посетивший в июне 1876 г. Барнаул, писал в дневнике: «Осмотрел в музее чучела двух тигров». Один из хищников был убит в 1848 г. близ Змеиногорска. Этот факт зафиксирован в музейном хронографе за 1848 г.

По данным краеведа Бориса Кадикова в 1914 г. крестьяне одной из деревень под Бийском увидели около озера Канонерского полосатого зверя ростом с теленка и похожего на кошку.

Итак, в XIX в. было убито 4 тигра, а в начале XX в. был встречен пятый тигр.

После этого на Алтае тигры не встречались.

По Б. Кадикову изображения тигров отмечены на стенках деревянного саркофака, извлеченного из кургана в Онгудайском районе Республики Алтай, а также на элементах украшений конского убранства, найденных в кургане у с. Туекта и в урочище Пазырык. Пазырыкская культура датируется VI-III вв. до нашей эры. По-видимому, в ту эпоху тигры жили на Алтае.

В отложениях раннего плейстоцена на Алтае (более 1 млн. лет назад) палеонтологи находили кости тигров.

Таким образом, прослеживается цепочка фактов существования тигров на Алтае: от раннего плейстоцена до VI-III вв. до нашей эры и затем до XIX в. нашей эры.

Предположение, что все упомянутые тигры Алтая мигрировали из Семиречья (юго-восток Казахстана), где водились туранские тигры (джульбарсы), не имеет оснований. По данным ученых игры имеют большую зону охоты (до 100 км), но они не зафиксировали миграцию тигров на 2000 км.

Скорее можно предположить, что в крае существовал самостоятельный алтайский вид этого животного. И жили они здесь давно, до нашей эры, что подтверждается пазырыкскими изображениями тигров и находкой костей тигров.

10. Геологическое строение

Геологическое строение равнин и горных областей края, Алтай, Салаира и Рудного Алтая, имеет существенное различие [1, 2, 3, 9, 45, 57, 89, 91, 109].

Алтай и Салаир в тектоническом отношении представляют собой западные части Алтае-Саянской складчатой системы.

Рудно-Алтайская зона в юго-восточной части Алтайского края, также являющаяся горной областью, относится многими исследователями к Обь-Зайсанской складчатой системе. Другие исследователи считают ее частью Алтае-Саянской складчатой системы.

В крайней северо-западной части Алтайского края (район города Камня-на-Оби) прослеживается Томь-Колыванская складчатая зона, являющаяся крайней западной оконечностью Алтае-Саянской складчатой системы. Территория Томь-Колыванской складчатой зоны не является горной. Ее отметки 175-220 м. То-есть, это даже не низкогорье, а равнина. Но ее породы сцементированы и смяты тектогенезом в складки.

Равнинные территории края находятся в пределах Кулундической тектонической впадины, являющейся юго-восточной частью Западно-Сибирской плиты, имеющей двухъярусное строение. Нижний ярус – глубоко опущенный складчатый палеозойский фундамент. Верхний ярус – мезозойско-кайнозойский осадочный платформенный чехол.

10.1. Горные области Алтайского края – Алтай, Салаир, Рудный Алтай

Стратиграфия.

В геологическом строении Алтайского края принимают участие отложения верхнего протерозоя, палеозоя (кембрий, ордовик, силур, карбон, пермь), мезозоя (триас, юра, мел) и кайнозоя (палеоген, неоген, плейстоцен).

Наиболее древние отложения – верхнепротерозойские, представленные регионально метаморфизованными песчаниками, алевролитами, мраморами и эффузивными породами. Они встречаются в Горном Алтае в Катунском антиклинории, а на южном Салаире - в ядрах крупных антиклиналей.

Выше по разрезу в Горном Алтае и Салаире залегают верхнепротерозойские-нижнекембрийские зеленокаменные толщи основных эффузивов и осадочных кремнистых пород.

Кембрийские отложения представлены вулканогенными, карбонатными и терригенными зелено-фиолетовыми толщами. Встречаются они в Горном Алтае в Уйменско-Лебедском синклинории и Катунском антиклинории, а на Салаире – в ядрах антиклиналей.

Протерозойские и кембрийские отложения имеют мощность до нескольких километров.

Отложения ордовика – осадочные карбонатные, карбонатно-обломочные отложения и кислые вулканогенные породы, развитые в Горном Алтае и на Салаире на ограниченных площадях.

Нижнесилурийские отложения распространены в Горном Алтае и на Салаире там же, где и ордовикские образования. В Горном Алтае они представлены

конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитами, мергелями и известняками. На юго-восточном Салаире нижний силур сложен известняками с подчиненными терригенными породами. Верхнесилурийские отложения отмечены в северо-западной части Горного Алтая и на юге Салаира на наибольших площадях и представлены известняками.

Мощность ордовикских и силурийских отложений достигает 2000-3000 м.

Нерасчлененные формации нижнего палеозоя слагают фундамент **Рудного Алтая**, обнажаясь в ядерной части Алейского антиклинория. В Горном Алтае к ним относят метаморфические образования в нижнем течении реки Ануй.

Девонские отложения в Горном Алтае, на Салаире и в Рудном Алтае приурочены, в основном, к синклинорным структурам. Нижний девон Горного Алтая и Салаира – это сероцветные и красноцветные терригенные толщи. Эйфель представлен в Горном Алтае эффузивами, а выше по разрезу – песчано-сланцевыми породами. На Салаире средний и верхний девон сложен карбонатно-терригенными породами. В Рудном Алтае к среднему и верхнему девону относятся эффузивы дацит-липаритового и дацит-андезитового состава. Мощность девона от 300 до 3000 м.

Нерасчлененные верхнедевонские-нижнекаменноугольные породы в северной части Горного Алтая и на юго-западе Салаира представлены известняками.

В Томь-Колыванской складчатой зоне развиты карбонатно-терригенные породы (известняки, песчаники, сланцы) верхнедевонского-нижнекарбонового возраста, смятые в линейные складки.

Нижнекаменноугольные толщи известняков распространены на юге Салаира и в Рудном Алтае, где они приурочены к грабен-синклиналиям. Мощность их составляет 200-400 м. Угленосные терригенные осадки (сланцы, алевролиты, песчаники) среднего и верхнего карбона отмечаются в небольших впадинах вдоль глубинных разломов.

Нижне-среднеюрские терригенные угленосные отложения в Рудном Алтае выполняют небольшие впадины

Нижнемеловые отложения отмечены в южной части Салаира, где они представлены пестроцветными глинами, песками и мергелями.

Мощность пород мезозоя не превышает 200 м.

Верхнемеловые-палеогеновые нерасчлененные осадки распространены в южной части Салаира и в северной части Горного Алтая. Представлены они песками, пестроцветными глинами, бокситами и железняками.

Палеоген-неогеновые нерасчлененные породы отмечены в северо-западной части Горного Алтая.

Неогеновые отложения широко распространены на юге Салаира и в северной части Горного Алтая, где они представлены гипсоносными глинами и песками.

Мощность осадков палеогена и неогена не превышает 200 м.

Осадки плейстоцена (четвертичной системы) перекрывают скальные породы протерозоя, палеозоя, а также рыхлые породы мезозоя, палеогена и неогена, но не повсеместно. Во многих местах отложения протерозоя, палеозоя, мезозоя, палеогена и неогена выходят на поверхность земли. Плейстоценовые отложения имеют эоловый, делювиальный, аллювиальный, пролювиальный, флювиогляциальный генезис и

представлены суглинками, супесями, глинами и песками. Мощность их от 5-10 м до 20-40 м.

Интрузивные процессы широко проявились в Горном Алтае, на Салаире и в Рудном Алтае. По площади магматические интрузивные породы занимают порядка 30% от общей площади территории края.

Интрузивный магматизм проявлялся многократно на протяжении от верхнего протерозоя до триаса. Всего выделяют 8 возрастных групп магматических образований.

Первые протерозойские интрузии гранодиоритов, диоритов и гранитов проявились слабо в Горном Алтае.

Широко проявились в Горном Алтае ранне-, средне- и позднепалеозойские интрузии. Раннепалеозойские (кембрий) интрузии представлены линзовидными телами ультраосновных и основных интрузий. Среднепалеозойские интрузии - это крупные массивы гранодиоритов и диоритов позднего ордовика. Наибольшее распространение получили крупные батолитные массивы средне- и позднепалеозойских кислых и умеренно кислых гранитоидов.

На северо-западном Салаире позднепалеозойский (средний-верхний девон) интрузивный магматизм выразился в виде массивов гранитов, плагиогранитов и гранит-порфиров.

В Рудном Алтае распространены ордовикские массивы гранодиоритов и диоритов, средне- и верхнедевонские граниты, плагиограниты, гранит-порфиры, карбоновые массивы калиевых гранитов, плагиогранитов, адамеллитов, гранит-порфиров, микрогранитов, пермские интрузии гранитов и гранит-порфиров.

Триасовый магматизм в Горном Алтае и Рудном Алтае проявился слабо и представлен породами основного состава.

Тектоника.

В Алтайском крае проявились байкальский, каледонский, герцинский и альпийский тектогенезы.

Байкальским тектогенезом были смяты в складки и регионально метаморфизованы осадочно-эффузивные отложения позднего протерозоя.

Каледонская эра тектогенеза продолжалась с кембрия до среднего девона. Начальная фаза его проявилась с конца кембрия и до конца ордовика, основная фаза – с конца ордовика до конца силура, а заключительная фаза – с начала силура до среднего девона. Каледонским тектогенезом были смяты в складки мощные толщи терригенно-карбонатно-вулканогенных пород, отложившихся на протяжении от кембрия до среднего довозна, обусловлен региональный метаморфизм этих пород, внедрение интрузий, формирование глубинных разломов и горообразование.

Каледониты на юго-западе и юге Горного Алтая имеют северо-западное простирание, в центральной и северной его частях – меридиональное, а на северо-востоке его и на юге Салаирского кряжа – северо-восточное простирание.

являются Крупными антиклинориями являются Талицкая и Бийско-Катунская структурно-формационные зоны, а Чарышская, Ануйско-Чуйская, Уйменско-Лебедская и Западно-Салаирская – синклинориями. В пределах этих зон породы интенсивно дислоцированы, углы падения складок достигают 50-70°.

Наибольшая дислоцированность, рассланцевание, раздробленность, окварцевание и ожелезнение отмечаются вдоль Локтевско-Караиртышского, Башчелакского, Чарышского, Теректинского, Алтайского, Курайского и Шапшальского глубинных разломов. В межразломных зонах, на стыке структурно-формационных зон развиты кососекущие к ним наложенные прогибы: Коргонский в Горном Алтае и Чумышский на Салаире. Эти прогибы образовались в орогенную стадию формирования каледонид. Они сложены молассоидными формациями с более спокойной складчатостью.

Герцинский тектогенез проявился со среднего девона по триас в Рудно-Алтайской и Томь-Колыванской зонах. Герцинским тектогенезом были смяты в складки терригенно-карбонатно-вулканогенные породы: с ним связано внедрение интрузий, формирование глубинных разломов и горобразование.

Герцинский тектогенез в Рудно-Алтайской зоне обусловил ее складчато-глыбную структуру, фундаментом которой являются переработанные каледониды.

Область прогибания смещалась с северо-запада на юго-восток. В раннегерцинскую стадию в этой зоне происходило накопление пород кварцево-кератофировой формации, в среднюю стадию – накопление отложений дацит-андезитовой формации. В орогенную стадию происходило внедрение интрузий гранитоидов.

В процессе герцинского тектогенеза Рудный Алтай сформировался как геоантиклинальное поднятие – Алейский антиклинорий, погружающийся на юго-восток. Он состоит из наиболее приподнятой передней части и нескольких грабен-мульд. Крупные структуры осложнены брахискладками более высоких порядков и многочисленными разломами. Среди них можно отметить Северо-Восточную зону смятия и глубинный Иртышский разлом.

В эру альпийского тектогенеза происходит медленное поднятие территорий Горного Алтая, Салаира и Рудного Алтая. В то же время равнины испытывают погружение, скорость которого увеличивается с востока на запад и юго-запад. Начиная с мелового периода, большая часть равнинной территории края из области денудации превратилась в область аккумуляции.

В настоящее время альпийский тектогенез не закончился.

10.2. Равнины Алтайского края

Стратиграфия.

Платформенный чехол Кулундинской впадины сложен осадками юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и плейстоценовой систем.

Юра. Юрские континентальные, прибрежно-морские и морские образования представлены чередующимися конгломертами, гравелитми, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, содержащими пласты бурых углей. Мощность юрских отложений от 20-60 м до 500-800 м. Они приурочены к локальным мульдам размером от 2х5 до 15-40 км.

Мел сложен морскими, прибрежно-морскими и континентальными осадками.

Нижний мел. Готерив-барремские отложения киялинской свиты – это известковистые песчано-глинистые породы, Апт-туронские осадки леньковской свиты – каолиновые и кварцевые пески развиты только в центральной части Кулундинской впадины.

Только в центральной части Кулундинской впадины распространены и верхнемеловые отложения. Они представлены морскими песками с пластами лептохлоритовых руд ипатовской свиты, опоковидными глинами славгородской свиты, известковистыми глинами ганькинской свиты. Континентальными аналогами их являются каолиновые глины с песками и галечниками сымской свиты, распространенные на территории соседних Барнаульской и отчасти Бийской структурных террас.

Общая мощность меловых отложений достигает 500-800 м, а глубины их залегания колеблются от 200-300 м (кровля) до 1000-1200 м (подошва).

На Предсалаирской равнине отмечена мезозойская кора выветривания коренных пород мощностью 30-70 м. Геологический разрез ее (сверху вниз): глины, суглинки, супеси, сильно выветрелые дресва и щебень. Кора выветривания имеется также в Рудном и Горном Алтае, на Алтайской предгорной равнине, но меньшей мощности.

Палеоген представлен широко развитыми морскими осадками эоцена и нижнего олигоцена и континентальными отложениями олигоцена.

Морские осадки представлены опоковидными и алевритистыми глинами, песками и алевритами люлинворской и чеганской свит, развитых, основном, в пределах Центральной Кулунды и в западной пониженной части Барнаульской структурной террасы.

Южнее и восточнее, на более высоких структурных террасах морские отложения фациально замещаются континентальными аллювиальными, озерными, озерно-болотными, делювиально-пролювиальными осадками: каолиновыми глинами и алевритами, с прослоями песков, гравия, галечников, с пластами бурых углей, лигнитов и бокситов. песками, алевритами, глинами с линзами и маломощными прослоями бурых улей и лигнитов островновской, атлымской и новомихайловской свит, распространенных почти повсеместно. К центральной части Кулундинской равнины приурочены вышезалегающие журавская и абросимовская свиты. По периферии впадины их замещают знаменская и крутихинская свиты.

Общая мощность палеогеновых отложений достигает 150-250 м, глубина залегания их 50-350 м.

Неогеновая система представлена тремя свитами:

-ранне-среднемиоценовая рубцовская свита, сложенная озерными и делювиально-пролювиальными зелеными, красно-зелеными и пятнистыми монтмориллонитовыми глинами с друзами гипса, с прослоями песков и мергелей, мощность свиты 30-40 м,

-позднемиоцен-среднеплиоценовую павлодарскую свиту, сложенную делювиально=пролювиальными, озерными и озерно-аллювиальными пестроцветными глинами, с конкрециями гипса и гидроокислами железа и марганца, реже песками с гравием и галькой, мощность свиты 30-40 м,

-средне-позднеплиоценовую кочковскую свиту, представленную аллювиально-озерными и субаэральными синими и серыми глинами, суглинками и супесями, реже песками с гравием и галькой. Кочковская свита широко распространена в пределах Приобского плато, Бийско-Чумышской возвышенности, слагая основание всех крупных увалов. В Кулундинской низменности отложения кочковской свиты распространены в периферийных частях ее: на севере, востоке и юге. Они представлены бурыми и темно-бурыми глинами и суглинками с прослоями песков. Отложения свиты залегают на глинах и песках павлодарской свиты. Глубина

залегания кровли кочковской свиты изменяется от 1-2 м в долинах рек до 150 м на водораздельных пространствах. Мощность свиты 70-100 м на Приобском плато, 20-50 м на Бийско-Чумышской возвышенности, в Кулундинской низменности 5-45 м.

Отложения плейстоцена развиты повсеместно.

В основании их залегают ранне-среднеплейстоценовые суглинки, супеси и пески красnodубровской свиты эолово-почвенного, эолового и субаквального генезиса мощностью 50-150 м на Приобском плато, 120-150 м на Бийско-Чумышской возвышенности, 10-30 м на Предалтаской равнине. 20-40 м на Предсалаирской равнине. Среди осадков свиты отмечается прослой погребенных почв.

В Обь-Чумышской аллювиальной равнине прослеживаются среднеплейстоценовые монастырская и большереченская свиты. В Бийском районе над урезом воды в Оби они возвышаются на 60-80 м. Отложения монастырской и большереченской свит выполняют глубокий врез в толщи осадков красnodубровской и кочковской свит.

В геологическом разрезе монастырской свиты в Бийском районе в основании ее залегает песчано-гравийно-галечниковый материал, выше по разрезу пески, сменяемые глинистыми отложениями. Мощность пород свиты 15-55 м.

В основании разреза большереченской свиты в Бийском районе залегают гравелистые пески мощностью 15-20 м. Выше располагаются аллювиальные пачки, сложенные песками и супесями, перекрытыми сверху суглинками. Мощность отложений свиты от 60 до 100-120 м.

Отложения среднего-позднего плейстоцена это аллювиальные пески с прослоями суглинков и супесей касмалинской свиты в долинах «древнего» стока рек Барнаулки, Касмалы, Кулунды и Бурлы, мощностью 30-60 м. Средне-позднеплейстоценовый возраст имеют осадки карасукской свиты, распространенные в пределах озерной части Бурлинской долины и слагающие котловины озер Большое Топольное, Кулундинское и Кучукское. Они представлены в нижней части свиты аллювиальными песками, в верхней – тонким переслаиванием темно-серых супесей, суглинков, реже глин. Мощность свиты 6-50 м.

Отложения позднего плейстоцена представлены:

- аллювиальными отложениями IV надпойменной террасы Оби, сложенные песками, суглинками, супесями и галечниками.
- аллювиальные отложения третьих, вторых и первых надпойменных террас рек: пески с прослоями суглинков и супесей.
- лессами, они представлены суглинками и супесями буровато-серого и светло-желтого (палевого) цвета, макропористыми. Мощность лёссов 8-13 м, чаще 10-12 м. Лессы залегают почти сплошным покровом на Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Предалтайской Предсалаирской равнине. В Кулунде лессы развиты не повсеместно, они отсутствуют в озерных котловинах.

Широк спектр голоценовых отложений:

- почва,
- аллювиальные осадки высоких пойменных террас: пески, супеси,
- аллювиальные пески, супеси и сугинки, а также заторфованные грунты и торф болот низких пойменных террас,

- озерные осадки: глины, илы, суглинки, супеси, хемогенные грунты (мирабилит, тенардит, поваренная соль и др.),
- делювиальные, пролювиальные, коллювиальные, деляпсивные отложения на склонах: суглинки, супеси и пески,
- голоценово-антропогенные насыпные и намывные грунты.

Тектоника.

Как указано, выше равнинные территории края находятся в пределах Кулундской тектонической впадины.

Палеозойский фундамент ее относится к двум складчатым областям: Алтае-Саянской позднее-протерозойско-среднепалеозойской и Обь-Зайсанской позднее-палеозойской, разделяемых серией глубинных разломов и зон смещения [2].

В пределах равнинной части края Алтае-Саянская область предстала жестким блоком литосферы протерозойской консолидации – Барнаульским срединным массивом, который обрамляется более молодыми каледонидами и герцинидами. В палеозойском фундаменте выделены эвгеосинклинальные, миогеосинклинальные и орогенные зоны каледонской и герцинской складчатости, подразделяющихся на один-два структурных этажа, составляющих структуры: антиклинории, горст-антиклинории и синклинории.

Палеозойский фундамент Кулундинской впадины погружается от предгорий Горного Алтая и Салаира (глубина 0-200 м) к западной части впадины (глубина 1000-1200 м). В рельефе фундамента выделяется 4 структурных террасы: Центрально-Кулундинская (абсолютные отметки фундамента от -800 -1000 м до -450-600 м), Барнаульская (-300-600 м), Бийская (-100-150 м) и Рубцовская (+50-100 м).



Рис. 34. Выветрелые граниты

Ввиду того, что мощность кайнозойских отложений существенно изменяется в

Кулундинской впадине, ниже приводится их разрез по хорошо изученному ключевому участку «Барнаул» [3, 91]. Породы складчатого фундамента залегают на больших глубинах (260 м в районе пойм Оби и Барнаулки и на 310–380 м в пределах Приобского плато, на отметках -132 – -137 м абс.) и на поверхность не выходят.

Породы платформенного чехла залегают субгоризонтально и представлены континентальными песчано-глинистыми осадками мезозоя, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

Геологический разрез кайнозойских отложений в барнауле представляется в следующем виде (снизу вверх, рис. 26) [2, 3, 9, 45, 89]:

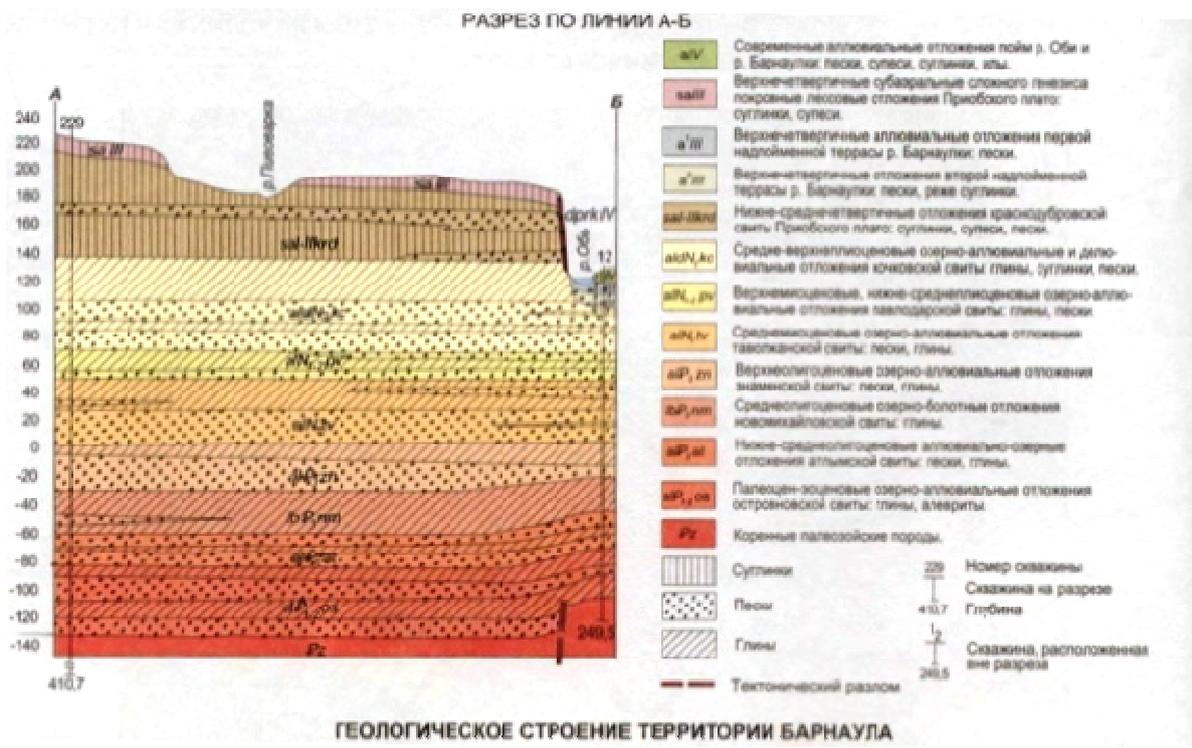


Рис. 35. Геологический разрез отложений территории Барнаула

-палеоцен-эоценовые озерно-аллювиальные каолиновые пестроцветные глины, алевролиты, пески островновской свиты (Ia Pg₁ os) мощностью 44–60 м;

- ранне-среднеолигоценовые озерно-аллювиальные пески, алевролиты (с прослоями глин) атлымской свиты (Ia Pg₁₋₂ at) мощностью 21–35 м;

– среднеолигоценовые озерно-болотные (реже аллювиальные) глины с прослоями алевролитов и песков новомихайловской свиты (Ib Pg₂ nm) мощностью 17–33 м;

– позднеолигоценовые аллювиально-озерные пески, глины, алевролиты знаменской свиты (al Pg₃ zn) мощностью 19–34 м;

– среднемиоценовые озерные (реже аллювиальные) глины с прослоями песков таволжанской свиты (I N₂tv) мощностью 42–62 м;

– позднемиоценовые, нижне-среднеплиоценовые озерно-болотные (реже аллювиальные) пестроцветные глины и пески павлодарской свиты (Ib N₁₋₂ pv)

- мощностью 15–19 м;
- средне-позднеплиоценовые озерно-болотные и аллювиальные глины, суглинки синевато-серого или зеленовато-серого цвета и пески кочковской свиты (Iba N₂ kc) мощностью 40–63 м, возраст 863 тыс. лет;
- ранне-среднеплейстоценовые эолово-почвенного, эолового и субаквального генезиса суглинки, супеси коричневатого-серого и палевого цвета и пески краснодубровской свиты (sa Q_{I-II} kgd) мощностью 20–72 м, возраст 610 тыс. лет;
- позднеплейстоценовые аллювиальные пески, реже супеси и суглинки 4-й надпойменной террасы Оби (Q_{III}⁴) мощностью 30–45 м, возраст 20-19 тыс. лет;
- позднеплейстоценовые аллювиальные пески (с прослоями супесей и суглинков) 3-й надпойменной террасы р. Барнаулки (Q_{III}³) мощностью от 20 м близ бровки террасы до 35–40 м у тылового шва, возраст 17 тыс. лет;
- позднеплейстоценовые аллювиальные пески (с прослоями суглинков) 2-й надпойменной террасы р. Барнаулки (a saQ_{III}²) мощностью 10–20 м, возраст 15 тыс. лет;
- позднеплейстоценовые аллювиальные пески 1-й надпойменной террасы Барнаулки (aQ_{III}¹) мощностью 6–12 м, возраст 13 тыс. лет;
- позднеплейстоценовые покровные просадочные лёссы (sa Q_{III}), представленные желтовато-бурыми (палевыми) суглинками и супесями Приобского плато мощностью 5–13 м; возраст 22,4 тыс. лет;
- голоценовые делювиально-пролювиальные и деляпсивные коричневатого-серые суглинки и супеси склона Приобского плато мощностью от 0,5 до 2–5 м;
- голоценовые аллювиальные отложения пойм и русел Оби: пески с прослоями суглинков, супесей, илов, мощностью в долине Оби 6–25 м, вопасть высокой поймы 7-5 тыс. лет;
- голоценовые биогенные образования болот и заболоченных участков (торф и заторфованные суглинки) на поймах Оби и Барнаулки мощностью 0,5–1,0 м, местами до 4 м;
- голоценовые почвенные образования мощностью 0,3–0,7 м,
- голоценовые и антропогенные насыпные грунты: бытовой и строительный мусор, производственные отходы мощностью 0,5–1,0 м, местами до 3–5 м и даже до 10–30 м.

11. Инженерно-геологические условия

11.1. Общие сведения

Основными факторами инженерно-геологических условий являются состав и мощность грунтов (геологический разрез), на которых будет осуществляться строительство, их физико-механические свойства, наличие (или отсутствие) грунтовых вод (их уровень и химический состав) и опасные природные и антропогенные процессы. Грунтовые воды будут рассмотрены в главе «Гидрогеологические условия».

В сфере инженерной деятельности человека (порядка 20-25 м от поверхности земли) геологический разрез слагают лёссы (просадочные суглинки и супеси), пески и непросадочные супеси и суглинки, реже другие грунты.

Обобщенный геологический разрез до глубины 25 м на Приобском плато, Бийско-

Чумышской возвышенности, Предалтайской и Предсалаирской равнинах представляется в следующем виде [57]:

-0,0-0,5 м – почва,

-0,5-11 м – лессы (суглинок и супесь),

-11-25 м - суглинки и супеси (иногда с включением прослоев песков) красnodубровской свиты.

Обобщенный геологический разрез в Кулундинской низменности:

-0,0-0,5 м – почва,

--0,5-7 м – лессы (суглинок и супесь),

-7-25 м - пески, супеси, суглинки, реже глины карасукской свиты.

В долинах рек на пойме и I-IV надпойменных террасах геологический разрез представлен песками, реже супесями и суглинками.

Кроме грунтов, приведенных в обобщающих разрезах, отдельными скважинами вскрываются пролювиально-делювиальные, эоловые породы, отложения кочковской свиты, а также насыпные грунты в населенных пунктах.

Таким образом, объектом инженерно-геологических изысканий являются почвы, лессы, супеси, суглинки, пески и глины.

Почвы не являются основанием для фундаментов. Они снимаются при вскрытии котлованов и собираются в бурты (для дорог в кавальеры) для использования после возведения строительных объектов (для создания газонов, цветников, посадки кустарников и деревьев). Поэтому изучение почв сводится к определению их мощности, плотности и механического состава (песчаная почва, суглинистая или супесчаная).

Инженерно-геологические элементы. В пределах зоны инженерной деятельности человека мощностью 20–25 м выделяются инженерно-геологические элементы (ИГЭ) [89, 94-97]. Это некоторый объем грунта одного и того же происхождения, подвида или разновидности (см. ГОСТ 25100. Классификация грунтов) при условии, что значения характеристик грунта изменяются в пределах элемента случайно (незакономерно) либо наблюдающаяся закономерность такова, что ею можно пренебречь.

Возможно выделение следующих ИГЭ:

Техногенные (антропогенные) образования (tQ_{IV}).

1.Насыпные грунты (суглинки, супеси, строительный мусор, промышленные и бытовые отходы, золошлаки и др.).

1-а. Намывные грунты (пески мелкие и пылеватые, золошлаки).

Органо-минеральные и органические образования (bQ_{IV}).

2. Почва.

3. Торф, заторфованные грунты.

Аллювиальные отложения пойм и русел рек (aQ_{IV})

4. Илы суглинистые и супесчаные.

5. Суглинки.

6. Супеси.

7. Пески мелкие рыхлые.

8. Пески мелкие средней плотности.

Делювиально-пролювиальные отложения (dpQ_{IV}).

9. Суглинки твердые и полутвердые.
 10. Суглинки туго- и мягкопластичные.
 11. Супеси твердые.
 12. Супеси пластичные.
- Эоловые отложения ($v Q_{III-IV}$).
13. Пески мелки средней плотности.
 14. Пески мелки плотные.
- Аллювиальные отложения 1-й надпойменной террасы (aQ_{III}^1).
15. Пески мелкие, средней плотности.
 16. Пески мелкие плотные.
 17. Суглинки туго-мягкопластичные.
 18. Супеси пластичные.
- Аллювиальные отложения 2-й надпойменной террасы (aQ_{III}^2).
19. Пески мелкие, средней плотности.
 20. Пески мелкие плотные.
 21. Суглинки туго-мягкопластичные.
 22. Супеси пластичные.
- Аллювиальные отложения 3-й надпойменной террасы (aQ_{III}^3).
23. Пески мелкие, средней плотности.
 24. Пески мелкие плотные.
 25. Суглинки туго-мягкопластичные.
 26. Супеси пластичные.
- Аллювиальные отложения 4-й надпойменной террасы (aQ_{III}^4).
27. Пески мелкие, средней плотности.
 28. Пески мелкие плотные.
 29. Суглинки туго-мягкопластичные.
 30. Супеси пластичные.
- Покровные лёссовые образования (saQ_{III}).
31. Суглинки макропористые, твердые и полутвердые просадочные.
 32. Суглинки макропористые, тугопластичные просадочные.
 33. Супеси макропористые, твердые просадочные.
 34. Супеси макропористые, пластичные просадочные.
- Отложения красnodубровской свиты ($Q_{I-II}krd$).
35. Суглинки непросадочные, твердые и полутвердые.
 36. Суглинки непросадочные, туго-мягкопластичные.
 37. Суглинки непросадочные текучепластичные и текучие,
 38. Супеси непросадочные, твердые.
 39. Супеси непросадочные, пластичные.
 40. Супеси непросадочные, текучие,
 41. Суглинки твёрдые (погребенная почва).
 42. Пески пылеватые, средней плотности.
 43. Пески мелкие, средней плотности.
 44. Пески мелкие, плотные.
- Отложения кочковской свиты (N_2kc).

45. Суглинки серовато-синие, зеленовато-серые твердые и полутвердые.
46. Суглинки серовато-синие, зеленовато-серые туго- и мягкопластичные.
47. Глины серовато-синие, зеленовато-серые твердые и полутвердые.
48. Глины серовато-синие, зеленовато-серые туго- и мягкопластичные.

Грунты этих инженерно-геологических элементов служат основанием для фундаментов зданий и сооружений. Каждый из них имеет характерные физико-механические свойства, что учитывается при проектировании фундаментов.

Почти все грунты – это обычные, рядовые породы, не создающие проблем для строительства. Но лессы – это бич для строительства. Обладая просадочными свойствами, они обуславливают деформации многих построенных зданий, большое количество их приведено в аварийное состояние, вплоть до полного разрушения. Точно так же большое влияние на строительство оказывают опасные природные и антропогенные процессы.

Поэтому в данной монографии лессы и опасные природные и антропогенные процессы будут рассмотрены в монографии подробно.

11.2. Лессы (просадочные грунты) Алтайского края

Лёссы – это рыхлые пылеватые породы. Они широко распространены в мире, образуя верхний, поверхностный слой пород (под почвой) в зоне инженерной деятельности человека.

Лёссовые грунты получили обширное развитие и в России, в том числе и в Алтайском крае, занимая свыше 70% его площади. Значимость их в инженерных изысканиях, проектировании и строительстве зданий и сооружений больше, чем какого-либо другого типа грунтов. На них возведены почти все города края и свыше 700 сельских населенных пунктов [70, 71, 90, 100].

Для лёссов характерна макропористость, и они обладают существенным отрицательным свойством: дают при замачивании дополнительную осадку (называемую просадкой).

Недоучет этих свойств при изысканиях, проектировании и строительстве может обусловить деформации зданий и сооружений. Так, в г. Барнауле из-за просадочных свойств лёссов многие здания и сооружения получили деформации, некоторые из них приведены в аварийное состояние, а одно здание было полностью разрушено.

Территории, сложенные лёссами, по условиям строительства относятся к условно неблагоприятным. Согласно п. 3.36 *СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства*, они относятся к территориям со сложными природными условиями, а согласно п. 6.2.2.3 просадочные грунты (лёссы) считаются специфическими грунтами по их составу, состоянию и риску возникновения опасных природных процессов.

Эти грунты требуют серьезного отношения при изысканиях, проектировании и строительстве зданий: должны быть обеспечены достоверность изысканий, повышенное количества выработок и лабораторных определений, производство опытных полевых работ и др. для исключения возможных деформаций возводимых сооружений.

Применение специальных мероприятий для предотвращения просадки грунтов значительно удорожает строительство.

11.2.1. Содержание термина «лёсс»

Термин «лёсс» широко использовался в русской, советской и в зарубежной геологической литературе. В содержание этого термина исследователями вкладывался различный смысл, что вызывало споры в научной литературе, на конференциях, а нередко приводило к путанице, недоразумениям, когда к лёссам относили совершенно разные породы.

Надо полагать, что содержание этого термина должно отвечать тому, что вкладывается в это понятие в мировой науке, и в первую очередь необходимо соотнести его с содержанием голотипа лёссов (Северный Китай). В то же время необходимо учесть, что этот термин является не только петрографическим, но и инженерно-геологическим.

По *ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация* «лёссовый грунт» (отмененному в 1995 г.) «грунт лёссовый – пылевато-глинистый грунт, содержащий по гранулометрическому составу более 50% пылеватых частиц (размером 0,05 – 0,005 мм), легко- и среднерастворимые соли и карбонаты кальция; однородный, преимущественно макропористый; в маловлажном состоянии способен держать вертикальный откос; при замачивании маловлажный лёссовый грунт дает просадку, легко размокает и размывается, а при полном водонасыщении может переходить в плавунное состояние».

Из перечисленных признаков лёсса основными безусловно являются преимущественно пылеватый состав, макропористость и резкое снижение прочности структурных связей при замачивании, обуславливающее просадочные свойства этого грунта.

Ввиду разногласий исследователей по содержанию термина «лёсс» этот вопрос был передан для доработки в комиссию РАН по четвертичным отложениям. Но в 1995 г. был введен в действие новый *ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация*, в котором термин «лёсс» уже отсутствовал. В обновленном *ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация* (с изменениями по состоянию на 2019 г.), действующем в настоящее время, понятие «лёсс» также отсутствует.

Создается такое впечатление, что термин не был введен в новый ГОСТ из-за того, что не были преодолены разногласия ученых и не был найден компромисс по этому вопросу.

Термин лёсс принят в мировой геологической литературе, он традиционно существует в геологической литературе нашей страны. И эти традиции нельзя утрачивать.

11.2.2. Распространение лёссов на Алтае

Лёссы на Алтае распространены широко, охватывая территории всех геоморфологических структур II порядка. Залегают они плащеобразно, образуя покров плейстоценовых отложений, венчая их [57]. Покровное отложение лёссов отмечается на самых различных геоморфологических структурах II порядка. Подстилающие отложения могут иметь различный генезис, возраст и литолого-петрографический состав.

Лёссы занимают водораздельные пространства увалов, а также их склоны. При крутизне склонов до 10-12⁰ формируются обычные лёссы, для которых поступление пылеватых осадков обусловлено эоловыми процессами. Влияние делювиальных, пролювиальных и коллювиальных процессов незначительно. На более крутых склонах осадки имеют сложный генезис: в седиментации осадков принимают участие все вышеприведенные процессы.

На геоморфологических структурах лёссы занимают почти всю территорию. Исключение составляет Кулундинская низменность, где имеются значительные площади, где лёссы отсутствуют, а также Алтайская предгорная равнина, где на отдельных участках выступают коренные породы [57].

В долинах некоторых рек лёссы также отмечаются: в долине Оби на II, III и IV надпойменных террасах, в долине Бии на IV террасе, в долине Барнаулки на III террасе, спорадически на II террасе, в долине Алея и др. рек [57]. В долинах рек лёссы имеют особенность: как правило, они представлены супесями; суглинки встречаются значительно реже. В составе толщ наблюдаются прослойки песков. Лёссы развиты на террасах не всех рек. На I надпойменных террасах они отсутствуют.

Лёссы всех геоморфологических структур Алтая имеют характерные признаки типичных лёссов, представляя собой однородную неслоистую высокопористую рыхлую породу желтоватого или желтовато-коричневого (палевого) цвета, сложенную преимущественно пылеватыми частицами, макропористой текстуры, карбонатизированную, способную удерживать отвесные стенки, разбитую вертикальными трещинами, формирующими столбчатую отдельность.

В маловлажном состоянии эти лёссы способны держать вертикальный откос. При замачивании маловлажный лёссовый грунт дает просадку, легко размокает и размывается, а при полном водонасыщении может переходить в плавунное состояние.

Итак, лёссы широко распространены в степном Алтае. Они образуют почти сплошной покров на всех геоморфологических структурах. Исключение составляют Кулундинская и Предалтайская равнины.

В Кулундинской равнине лёссы образуют сплошной покров в северной и восточной ее части, а в центральной, западной и юго-западной Кулунде лёссы встречаются спорадически, занимая лишь отдельные изолированные площади.

В Предалтайской равнине на участках «останцов» коренных пород лёссы также отсутствуют.

Лёссы отсутствуют в «долинах древнего стока» рек Касмалы, Кулунды и Бурлы. В долинах рек Алея, Барнаулки, Чарыша они отмечаются только на III террасе. Отсутствуют лёссы и в долинах мелких рек.

В горных областях Алтая, где получили развитие делювиально-пролювиально-коллювиальные процессы и в составе покровных отложений присутствует грубый терригенный материал, лёссов почти нет. Хотя эти породы и имеют многие черты лёссовых грунтов, в том числе нередко и просадочность (к примеру, на территории г. Змеиногорска). Но ввиду наличия в них дресвы и щебня отнести их к лёссам нельзя. Лёссы отмечаются лишь на тех ограниченных ровных участках, где в составе отложений отсутствуют дресва и щебень или содержание их незначительно.

Состав лёссов: суглинки и супеси. В Кулунде развиты, в основном, супеси. В них отмечаются маломощные (1-5 см) прослойки песков.

При движении с юго-запада на северо-восток (по преобладающей розе ветров) супеси сменяются суглинками. Так, на Приобском плато и Бийско-Чумышской возвышенности чаще встречаются суглинки, но и супеси имеют развитие, особенно близ долин рек. Здесь в лёссах появляются прослойки песков. В Алтайской и Салаирской предгорных равнинах отмечаются, в основном, суглинки, в меньшей степени супеси.

11.2.3. Физико-механические свойства лёссов

Цвет лёссов. Лёссы Алтая имеют характерную, так называемую, «палевую» окраску: светло-желтый, желтовато-серый, коричневатого-желтый, желтовато-бурый, светло-серый, коричневатого-серый и серый цвет. В увлажненном состоянии цвет их становится более темным (светло-коричневым и буровато-серым) [3, 57, 72, 89, 94-97].

Текстура грунтов массивная, с ярко выраженной макропористостью. Лёссы разбиты системой трещин [3, 57, 72, 89, 94-97]. В наибольшей степени трещиноватость развита в приповерхностном слое до глубины 3-4 м. Отчетливо выражены системы вертикальных трещин, обусловившие вертикально-столбчатую отдельность грунтов. Менее выражены системы наклонных трещин.



Рис. 36. Склон Приобского плато. В обнажении лёссы. Фото В. Четошникова

В лёссах часто встречаются конкреции карбонатов, по трещинам – налеты карбонатов и солей марганца, а также пятна ожелезнения.

В обнажениях лёссы держат вертикальную стенку, при действии водных потоков на склонах они легко подвергается размыву с образованием оврагов.

Макропористость является важным признаком просадочности грунтов. Макропоры развиты особенно интенсивно в грунте под почвенным слоем: от 3-5 до 8-10 (иногда до 20) пор на 1 см^2 , ниже их количество уменьшается от 1-2 до 5-6 на 1 см^2 . Поры, как правило, имеют трубчатую форму, в сечении - округлую.

Мощность толщи просадочных грунтов колеблется от 5 до 13 м, обычно она составляет 8-10 м.

Минеральный состав лёссов. В составе лёссов содержится около 100 минералов и их разновидностей [16].

По характеру взаимодействия с водой выделяют три группы минералов:

- водоустойчивые (инертные),
- активно взаимодействующие с водой,
- водорастворимые.

К водоустойчивым минералам относятся кварц, полевые шпаты, роговая обманка, пироксен, амфибол, гранат, дистен, эпидот, рутил, шпинель и другие.

Минералы, активно взаимодействующие с водой: окислы (гематит, гётит), гидроокислы (лепидокрокит, гидрогётит, гидрогематит), органическое вещество в виде гумуса, каолинит, монтмориллонит и другие.

Водорастворимые минералы: карбонаты (кальцит, доломит), сульфаты (гипс, ангидрит, тенардит, мирабилит), хлориды (галит) и другие.

Лёссы содержат органическое вещество в виде гумуса и неразложившихся растительных остатков (листьев и корней). Содержание гумуса обычно 0,2-0,4%. Растительных остатков примерно такое же.

Химический состав лёссов. В состав лёссов входят главные химические элементы горных пород: кремний, алюминий, железо, магний, кальций, натрий, калий, титан и около 30 микроэлементов [15]. Содержание последних небольшое, 0,001-0,1 %. Усредненный валовый химический состав лёссов (в %): SiO₂ 43-78, Al₂O₃ 4-18, Fe₂O₃ 1-10, CaO 3-16, MgO 1-4, Na₂O 1-3, K₂O 1-3, CO₂ 0-2, SO₃ 0-3, TiO₂ 0,5-0,8, MgO 0,02-0,1.

Литологический состав. По величине частиц, слагающих грунты, структура лёссов псаммо-алеврито-пелитовая [3, 57, 72, 89, 94-97].

Величина частиц лёссов колеблется в широких пределах: от сотых долей микрона до 1-2 мм.

Содержание песчаных фракций (0,05-2 мм) по ареометрическому анализу 15-25%, пылеватых частиц (0,002-0,05 мм) – 50-75%, глинистых (менее 0,002 мм) - такое же, что и песчаных 15-25% [50, 91].

Сравнение результатов ареометрического и микроагрегатного анализов показывает, что значительное количество простых частиц связано в агрегаты, особенно глинистые и пылеватые частицы.

Развитые на Алтае лёссы представлены суглинками и супесями. В отмененном *ГОСТ 25100-82. Грунты. Классификация* лёсс присутствовал как тип грунтов, суглинки и супеси также являлись типами грунтов.

В действующем *ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация (с поправками на 2019 г.)* понятие лёсс отсутствует, а суглинки и супеси являются разновидностями грунтов в составе подвида «глинистые грунты» вида «минеральные грунты» и типа – «осадочные грунты».

Лёсс, как таксономическая единица классификации пород, является более общим, объединяющим понятием по отношению к суглинкам и супесям. И если суглинки и супеси по ГОСТ являются разновидностями, то лёсс должен быть подвидом.

По ГОСТ 25100-2011 суглинки и супеси определяются по числу пластичности I_p : для супесей I_p изменяется от 1 до 7, для суглинков от 8 до 17. Для лёссов I_p изменяется от 3 до 15, обычно находится в пределах 6-12. Диапазон I_p небольшой и, по существу, лёссы Алтая являются единым видом грунтов, который искусственно разделен ГОСТ на две разновидности: суглинки и супеси [57, 72, 89].

По числу пластичности лёссы Алтая представлены, преимущественно суглинками, в меньшей степени – супесями. Нередко на одной площади отмечаются и суглинки, и супеси. В разрезе в одной скважине может быть переслаивание супесей и суглинков. Зачастую, разница в числе пластичности их находится в пределах точности лабораторных определений ($I_p=1$).

Общей закономерностью является увеличение числа пластичности лёссов в направлении от юго-западных и западных частей края к северо-восточным и восточным [57, 72, 89, 94-97].

Так, в Кулундинской равнине преобладают супеси. На территории центральной и восточной частей Приобского плато, и Обь-Чумышского плато (Бийско-Чумышской возвышенности) чаще развиты легкие суглинки с числом пластичности 8-10 (иногда 8-11). Далее на северо-восток и восток в пределах Предсалаирской и Предалтайской равнин, в основном, также развиты суглинки легкие и тяжелые, число пластичности их повышается до 10-15.

Причина подобной смены состава грунтов заключается в том, что Кулундинская равнина, сложенная с поверхности песками, представляет ближайшую для Алтая область дефляции. Повышенное количество псаммитового материала, оседающего близ очагов развеивания, обуславливает формирование супесей. По мере удаления от области дефляции крупность накапливающихся эоловых осадков уменьшается. А так как господствующими являются юго-западные и западные ветры, то и смена грансостава терригенных осадков происходит в направлении с юго-запада и запада на северо-восток и восток.

Эта общая закономерность нарушается наличием «древних долин стока» (Алейская, Барнаульская, Касмалинская, Кулундинские, Бурлинская), долины Оби и др. рек, сложенных песками, и являющихся местными очагами развеивания отложений. Близ них в составе лёссов повышается содержание псаммитовых частиц, и они представлены супесями с прослоями пылеватых и мелких песков.

В предгорье Алтая среднее содержание пылеватых частиц 56%, песчаных 18%, глинистых 26%.

В Предсалаирской равнине песчаных частиц 18%, пылеватых 64%, глинистых 18%.

В долине Оби ввиду развеивания песков на II и III надпойменных террасах из лёссов развиты только супеси. На IV надпойменной террасе имеются и супеси, и суглинки, ввиду большей удаленности этой террасы от I надпойменной террасы, где интенсивно идут процессы развеивания песков.

Характерной особенностью лёссов Алтая является изменчивость их физико-механических свойств как по площади (по основным региональным геоморфологическим структурам), так и в разрезе (с глубиной).

Ввиду некоторой изменчивости физико-механических свойств лёссов по территории Алтая ниже в табл. 1 приводятся характерные значения их по регионам (геоморфологическим структурам II порядка) [57, 72, 89, 94-97].

Таблица 1

Средние величины физико-механических свойств лёссов

№ /п	Показатели	Единица измерений	Приобское плато		Бийско-Чумышская возвышенность		Кулундинская низменность	
			с углин ок	су песь	суг линок	с упесь	суг линок	су песь
	1	2	3	4	5	6	7	8
.	Природная влажность	Доля единицы (д. е.)	0,14	0,11	0,15	0,12	0,17	0,09
.	Предел текучести	д. е.	0,27	0,33	0,28	0,25	0,27	0,22
.	Предел раскатывания	д. е.	0,17	0,17	0,19	0,19	0,18	0,16
.	Число пластичности	%	10	6	9	6	9	6
.	Показатель текучести (консистенция)	д. е.	0,30	1,0	0,44	1,16	0,11	1,16
.	Плотность частиц грунта	кг/м ³	2700	2700	2710	2700	2700	2700
.	Плотность грунта	кг/м ³	1650	1700	1650	1600	1680	1710
.	Плотность сухого грунта (скелета грунта)	кг/м ³	1450	1530	1430	1430	1520	1550
.	Коэффициент пористости	д. е.	0,86	0,77	0,89	0,90	0,88	0,74
0.	Модуль деформации E _{0,1-0,3}	МПа	9	10	8	9	8	11
1.	Угол внутреннего трения	градус	23	24	24	22	25	24
2.	Удельное сцепление	кгПа	24	19	23	20	24	22
3.	Относительная деформация просадочности	д. е.	0,01-0,10	0,01-0,11	0,01-0,08	0,01-0,06	0,01-0,04	0,01-0,03

Продолжение табл. 1

	Надпойменные террасы Оби	Предг	Предг
--	--------------------------	-------	-------

	II	III	IV (Обь-Чумышская озерно-аллювиальная равнина)		орье Алтая	орье Салаира
	9	10	11		12	13
	супесь	супес ь	суглино к	супесь	сугли нок	сугли нок
.	0,12	0,11	0,13	0,11	0,18	0,18
.	0,25	0,25	0,28	0,26	0,31	0,32
.	0,20	0,20	0,19	0,20	0,18	0,19
.	5	5	9	6	13	13
.	-1,60	-1,80	-0,66	-1,50	0,0	-0,08
.	2700	2690	2700	2700	2650	2720
.	1670	1570	1570	1590	1610	1620
.	1490	1420	1390	1430	1440	1420
.	0,81	0,89	0,94	0,89	0,84	0,91
0.	8	7	9,5	11	5,3	5
1.	22	23	24	21	21	19
2.	18	16	21	17	30	28
3.	0,01-0,08	0,01- 0,09	0,01- 0,08	0,01- 0,05	0,01- 0,14	0,01- 0,16

Примечания:

1. Значения модуля деформации, угла внутреннего трения и удельного сцепления приведены для грунтов природной влажности.

2. Значения модуля деформации даны по результатам лабораторных исследований; при испытании грунтов штампами модуль деформации выше в 2-3 раза.

Влажность лёссов W колеблется в значительных пределах от 0,08-0,20 долей единицы (8-20%) в Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Кулундинской равнине и на IV надпойменной террасе р.Оби, от 0,12 до 0,24 в предгорьях Алтая и Салаира (при анализе лёссов не приняты во внимание не характерные, редкие значения их параметров [3, 50,66, 91]).

Чаще же природная влажность имеет значения 0,12-0,16 в степных районах и 0,15 -0,20 в предгорных районах. Повышение влажности лёссов в предгорьях объясняется более влажным климатическим режимом, большей залесенностью этих территорий и более тонким грансоставом грунтов.

С глубиной влажность лёссов постепенно увеличивается. От поверхностного слоя до нижней границы сезонного колебания влажности (глубина 7-10 м) увеличение влажности составляет 0,02-0,07 долей единицы.

К примеру, на Приобском плато осредненная влажность (по данным более 2 тыс. определений) на 1 м глубины равна 0,15, на 2 м – 0,10, на 3 м – 0,11, на 4 м – 0,12, на 5 м – 0,0,13, на 6 м – 0,14, на 7 м – 0,15, на 8-10 м – 0,16, на 11 и 12 м -0,17, на 13-15 м – 0,16.

Таким образом, до глубин 1,5-2,0 м выделяется зона суточных колебаний влажности. Здесь наблюдается резкое уменьшение влажности с 1 до 2 м. Амплитуда колебаний 0,05. В интервале глубин 2-7 м прослеживается зона сезонных колебаний влажности. Здесь отмечается равномерное увеличение влажности с 0,10 до 0,15. В интервале 7-15 м влажность практически постоянная – 0,16-0,17 («мертвая» зона).

Пределы текучести и раскатывания также варьируют в значительных пределах, особенно первый [57,72.89, 94-97]. Это объясняется относительной неоднородностью грансостава лёссов.

Предел текучести изменяется от 0,20 до 0,36 долей единиц. Наиболее частые значения его 0,22-0,28 в степной части края и 0,26-0,34 в предгорьях. Предел раскатывания варьирует от 0,12 до 0,22, обычно же имеет значения 0,16-0,20.

Консистенция лёссов (показатель текучести I_L) твердая и полутвердая, реже – тугопластичная (в понижениях, «степных блюдцах», в березовых колках, в залесенной местности) [3, 57, 72, 90, 94-97]. Тугопластичные лёссы довольно часто встречаются в предгорьях Алтая и Салаира.

Весной, после таяния снегов (май месяц) ввиду поступления большого количества влаги верхний горизонт лёссов (1-3 м, местами до 5-6 м) может приобрести тугопластичную консистенцию. По мере высыхания грунтов к концу мая или в начале июня консистенция их снова становится полутвердой или твердой. Это же явление может повториться осенью в период обильных долгих дождей, но зимой консистенция снова приходит в норму.

Иногда привнесение дополнительной влаги столь значительно, что лёссы становятся мягкопластичными, утрачивая просадочные свойства. Но после того, как грунты подсохнут и приобретут твердую, полутвердую или тугопластичную консистенцию, они снова становятся просадочными.

Грансостав лёссов: пылеватых частиц 50-85%, песчаных 8-32%, глинистых 7-30% [57,72, 89, 94-97]. Чаше встречаются лёссы, содержащие 60-65% пылеватых частиц и по 15-20% песчаных и глинистых частиц. Как видим, при преобладающем содержании пылеватых частиц, количество псаммитового и пелитового материала примерно равное. Это общий случай. Но колебания содержания в лёссах песчаных и глинистых частиц бывают значительными, и в целом, они носят закономерный характер[57, 72, 89, 94-97]. В супесях содержание песчаных частиц более высокое, чем в суглинках, а глинистых частиц меньше, чем в суглинках.

Количество песчаного материала в лёссах максимально в Кулундинской равнине, уменьшаясь в пределах края в восточном и северо-восточном направлениях. В этих же направлениях увеличивается содержание пелитовых частиц, достигая максимума в предгорьях Алтая и Салаира. Причина этого изложена выше: Кулунда является ближайшей областью дефляции, обогащающей переносимый

эоловый материал песчаными частицами, первыми выпадающими из атмосферы при снижении скорости воздушного потока до 5-6 м/с. При дальнейшем снижении скорости ветра до 3-4 м/с оседают пылеватые частицы, а при снижении его до 2-3 м/с и глинистые частицы.

Таким образом, на территориях, ближайших к области дефляции, выпадают преимущественно грубые частицы, а по удалении от нее возрастает удельный вес более тонких частиц.

Эта общая закономерность нарушается тем, что Алтай является областью накопления эоловых осадков, сносимых не только с ближайшей области дефляции (Кулунда), но и более отдаленных областей выдувания (Казахстан, а при длительных сильных ветрах – и Средняя Азия).

Но, тем не менее, указанный принцип выдерживается: лёссы Кулунды и прилегающих юго-западных площадей Приобского плато более обогащены песком, чем предгорные территории. Направление господствующих ветров в крае определило направление изменения грансостава лёссов.

Общая закономерность нарушается и на площадях, прилегающих к долинам рек, в которых происходит дефляция песчаного материала, обогащающего лёссы песчаными частицами. Здесь их содержание повышенное.

Плотность алтайских лёссов также изменяется в широких пределах: от 1450 до 1900 кг/м³, чаще имеет значения 1550-1700 кг/м³ [57, 72, 89, 94-97]. Значительные колебания плотности объясняются большой разницей грансостава и, особенно, влажности грунтов. Последняя, как сказано выше, изменяется не только по площади, но и по временам года, завися в значительной степени от поступающего в грунт количества талых вод и атмосферных осадков. Соответственно, и плотность лёссов изменяется не только по геоморфологическим структурам и глубине, но и по сезонам (в пределах зоны сезонного изменения влажности грунтов). С глубиной плотность грунтов увеличивается.

Более показательна плотность грунтов в сухом состоянии. Она также различна, но изменяется в меньших пределах: от 1250 до 1600 кг/м³. Обычные же значения 1400-1500 кг/м³ [57, 72, 89, 94-97]. Повышенные значения плотности лёссов в сухом состоянии характерны для Кулундинской равнины, более низкие величины – для предгорьев Алтая и Салаира, а также для IV надпойменной террасы долины р. Оби. Для супесей и суглинков она примерно равна или для супесей несколько выше (на 30-80 кг/м³),

В разрезе лёссовых толщ плотность в сухом состоянии грунтов закономерно увеличивается с глубиной. Если для первых 2-3 м плотность в сухом состоянии обычно равна 1250-1450 кг/м³, то на глубине 10-12 м (на нижней границе лёссов) она, как правило, имеет значения 1500-1600 кг/м³.

В среднем, на 1 м погружения плотность грунтов в сухом состоянии увеличивается на 15-25 кг/м³, а в целом, лёссовая толща уплотняется на 150-250 кг/м³ (порядка 15% от плотности в сухом состоянии верхнего слоя),

Хотя и прослеживается общая закономерность уплотнения лёссов с глубиной, но она не выдерживается, естественно, в отдельных выработках по каждому интервалу, что связано с изменением в разрезе грансостава грунтов, их пористости, содержания цементирующих солей и др. факторов.

Пористость лёссов изменяется от 40 до 56% [57, 72, 89, 94-97]. Чаще

встречаются значения 43-49 %. Наименьшей плотностью обладают лёссы Кулундинской равнины (в среднем 43-45 %). Наибольшие значения ее характерны для лёссов северо-восточных частей края: в Бийско-Чумышской возвышенности (в среднем 47 %), IV надпойменной террасе долины Оби (47-49%), в предгорьях Алтая и Салаира (46-48%).

С глубиной пористость лёссов закономерно уменьшается. Коэффициент пористости лёссов 0,70-1,10, чаще 0,80-0,92.

Модуль деформации при природной влажности изменяется от 3 до 18 МПа. В степной части края он чаще равен 8-11 МПа, а в предгорьях Алтая и Салаира он равен 5 МПа [57, 72, 89, 94-97]. Супеси обладают несколько большим модулем деформации по сравнению с суглинками, на 1-2 МПа.

Угол внутреннего трения изменяется от 19° до 28° [57, 72, 89, 94-97]. Нормативные значения его по геоморфологическим провинциям края примерно равны и составляют для суглинков $21-25^{\circ}$ (лишь для предгорий Салаира - 19°), а для супесей $19-23^{\circ}$. В целом для супесей по сравнению с суглинками, он ниже на $1-2^{\circ}$.

Удельное сцепление колеблется в широких пределах – от 15 до 33 кПа, чаще 18-28 кПа [57, 72, 89, 94-97]. Нормативные значения его для суглинков степной части края равны 20-23 кПа, а для предгорных равнин Алтая и Салаира 27-30 кПа. Для супесей оно равно 16-22 кПа. В целом для суглинков оно выше на 3-8 кПа по сравнению с супесями.

Установлены количественные значения снижения прочностных и деформационных свойств лёссовых грунтов Алтая при их замачивании. Модуль деформации уменьшается в 3-4 раза: для суглинков от 3-15 МПа до 1-3 МПа, для супесей от 5-18 МПа до 1-6 МПа.

Угол внутреннего трения снижается на $3-8^{\circ}$: от $22-28^{\circ}$ до $17-24^{\circ}$.

Удельное сцепление уменьшается в 2-3 раза: от 17-40 кПа до 6-17 кПа.

При этом уменьшается пористость грунта на 1-3% (без влияния дополнительной нагрузки от сооружений) и повышается степень пучинистости (от практически непучинистых до сильнопучинистых и чрезмерно пучинистых).

Просадочность лёссов. В Алтайском крае на территориях, сложенных лёссами, наблюдается первый тип грунтовых условий по просадочности. Локально отмечается и второй тип [57, 72, 89, 94-87].

Относительная просадочность (относительная деформация просадочности) E_{sl} колеблется от 0,01 до 0,15, чаще 0,01-0,03. В целом, более значительная просадочность характерна для суглинков по сравнению с супесями.

Преимущественное развитие на Алтае получили слабопросадочные лёссы при $E_{sl}=0,01-0,03$. Реже встречаются средне – и сильнопросадочные лёссы. Чрезвычайно просадочные лёссы отмечаются только в отдельных интервалах

Наименьшая просадочность лёссов характерна для Кулундинской равнины. Просадочность лёссов Приобского плато, II, III и IV надпойменных террас Оби и Бийско-Чумышской возвышенности заметно выше. Наибольшая просадочность отмечается в предгорьях Алтая и Салаира.

Наибольшей величиной относительной деформации просадочности характеризуется подпочвенный слой лёссов: 0,02-0,06. С глубиной она уменьшается и на глубине 10-13 м становится менее 0,01. Падение величины относительной деформации просадочности на 1 погонный м по глубине, в среднем составляет 0,002-

0,003.

Иногда по отдельным интервалам глубины отмечаются незакономерные пики повышения относительной деформации просадочности или исчезновение просадочных свойств лёссов, а ниже они снова появляются.

12. Опасные природные и антропогенные процессы

12.1. Природные геологические и инженерно-геологические процессы. Антропогенные процессы

Лёссы образуют верхний, поверхностный слой пород в зоне инженерной деятельности человека.

Территории, сложенные лёссами, по условиям строительства относятся к условно неблагоприятным.

Согласно п. 3.36 *СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства* они относятся к территориям со сложными природными условиями, а согласно п. 6.2.2.3 просадочные грунты (лёссы) считаются специфическими грунтами по их составу, состоянию и риску возникновения опасных природных процессов.

Геологические, инженерно-геологические, сейсмические и другие природные процессы, оказывающие вредное или разрушительное воздействие на живые организмы, народнохозяйственные объекты и среду обитания, называются опасными природными процессами (ОПП).

На территориях Алтая, занятых лёссами, получили широкое развитие следующие виды ОПП в соответствии с прил.Б *СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий (актуализированная редакция СНиП 22-01-95 статус на 2020 г.)* и п.1 *СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения (актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.)*:

- просадочность лёссовых пород (на территориях со 2 типом грунтовых условий по просадочности),
- подтопление территорий,
- оползнеобразование,
- суффозия,
- эрозия овражная,
- эрозия плоскостная,
- морозное пучение грунтов,
- затопление территорий,
- русловые процессы,
- размыв и обрушение берегов,
- землетрясения.

Помимо опасных **природных** процессов на лёссы воздействуют и **антропогенные процессы, обусловленные деятельностью человека** [27, 28, 58, 59, 63, 66, 81, 83, 86, 88]:

- просадка лёссов при строительстве зданий и сооружений,
- подтопление территорий, сложенных лёссами, при утечках из водосодержащих и водонесущих коммуникаций,
- овражная эрозия под воздействием неблагоприятной деятельности человека,

- плоскостная эрозия под воздействием неблагоприятной деятельности человека,
- оползнеобразование (антропогенные оползни),
- морозное пучение грунтов при антропогенном замачивании их.

Зачастую опасные природные процессы сопровождаются антропогенными. Природные и антропогенные процессы часто оказываются сходными по их внешнему проявлению. В одних случаях более интенсивными являются природные процессы, в других – антропогенные.

Опасные природные и антропогенные процессы получили широкое развитие в лёссовых массивах, ареал их распространения значителен. Решение многих важных вопросов строительства и экономики тесно связаны с проявлением опасных процессов [15].

12.2. Оценка сложности природных условий территории Алтая

Природные условия являются факторами опасности природных **V** процессов. Они определяют показатели и параметры, характеризующие возможность возникновения ОПП и интенсивность их проявления.

Ниже приводится оценка сложности природных условий территории Алтая.

Рельеф расчлененный, характеризуется наличием более трех геоморфологических элементов одного генезиса. *По рельефу и геоморфологическим характеристикам природные условия можно отнести к средней сложности [2, 3, 27, 57, 74, 89].*

Геологическое строение характеризуется относительно выдержанными по мощности покровными отложениями (местами невыдержанными по мощности), субгоризонтальным залеганием слоев, наличием 3-6 слоев с однородными физическими свойствами, отсутствием до глубины 100 м разрывных тектонических нарушений [2, 3, 57, 75, 89, 109]. В целом, *геологические и тектонические условия можно оценить как средние по сложности.*

Гидрогеологические условия в сфере взаимодействия зданий и сооружений с геологической средой характеризуются наличием 6 горизонтов подземных вод, относительно выдержанных по простиранию и мощности, с близким химическим составом подземных вод, местами с неоднородным химическим составом [3, 28, 34, 57, 89, 90а]. *Гидрогеологические условия оцениваются как средние по сложности.*

Сейсмическая интенсивность территории 6-8 баллов по шкале MSK-64 в зависимости от степени ответственности сооружений [32, 78, 80, 82].

Опасные природные процессы охватывают порядка 80% территории Алтая, имеют 8 видов ОПП, нередко они накладываются друг на друга, обуславливая взаимное развитие. [3, 57, 81, 85, 86, 88, 89].

Категория оценки сложности природных условий территории по степени развития ОПП определяется как «сложные условия».

12.3. Категории опасности природных и антропогенных процессов

Категории опасности ОПП определены по *табл. 5.1. СП 115.13330.2016*.

Категория опасности землетрясений (*сейсмическая интенсивность 6-8 баллов в зависимости от степени ответственности объектов*) - *опасные и весьма опасные процессы.*

Категории опасности оползней:

- по площадной пораженности территории (11-30%) – *весьма опасные,*
- по площади разового проявления на одном участке (0,01-0,5 км²) – *опасные,*
- по максимальному объему оползня (100-1000 тыс м³) – *весьма опасные,*
- по максимальной глубине захвата пород оползнем (20-30 м) – *весьма опасные,*
- по скорости смещения (1-2 м/с) – *весьма опасные,*
- по повторяемости (0,05-0,1) – *опасные.*

В целом, оползнеобразование оценивается как весьма опасный процесс.

Категории опасности суффозионных процессов:

- по площадной пораженности территории (2%) - *умеренно опасные,*
- по площади проявления на одном участке (менее 1 тыс. км²) – *умеренно опасные,*
- по объему подверженных деформациям горных пород (менее 1 тыс м³) – *умеренно опасные,*
- по продолжительности проявления процесса (более 30 сут.) – *умеренно опасные,*
- по скорости развития процесса (0,1-10 см/сут.) – *опасные,*

В целом, суффозионные процессы оцениваются как умеренно опасные.

Категории опасности просадочности грунтов:

- по площади пораженности территории (80%) - *весьма опасный процесс,*
- по мощности просадочной толщи (8-13 м) – *умеренно опасный процесс,*
- по продолжительности проявления процесса (более 100 сут.) – *умеренно опасный процесс,*
- по скорости развития процесса (менее 0,1 см/сут.) – *умеренно опасный процесс.*

В целом, просадочность оценивается как опасный процесс.

Категории опасности пучения грунтов:

- по потенциальной площадной пораженности территории (70%) – *опасный процесс,*
- по площади проявления на одном участке((0,01-10 тыс. км²) – *опасный процесс,*
- по скорости развития (5-10 см/год) – *опасный процесс.*

В целом, морозное пучение оценивается как опасный процесс.

Категории опасности подтопления:

- по площадной пораженности территории (50-75%) – *опасный процесс*, -по продолжительности формирования водоносного горизонта (более 5 лет) – *умеренно опасный процесс*,
- по скорости подъема уровня подземных вод (менее 0,5 м/год) - *умеренно опасный процесс*.

В целом, подтопление согласно СП 115.13330.2016 оценивается как опасный процесс, но по значимости и масштабам последствий этот процесс можно отнести к весьма опасному.

Категории опасности эрозии овражной:

- по площадной пораженности территории (порядка 10%) – *умеренно опасные процессы*,
- по площади одиночного оврага (менее 0,05-10 км²)- *умеренно опасные, опасные и весьма опасные процессы*,
- по скорости развития эрозии (овражной 1-5 м/год, плоскостной 2-5 м³/га в год) – *умеренно опасные процессы*.

В целом, эрозию овражную можно отнести к опасным процессам.

Итак, опасные природные и антропогенные процессы на территории Алтая проявляются в значительных масштабах, по степени опасности они относятся, в основном, к категории опасных и весьма опасных процессов. Они воздействуют на массивы лёссов, обуславливая изменение (снижение) их физико-механических свойств, деградацию, а иногда и их разрушение (при оползнеобразовании, овражной эрозии и др.).

13. Просадочность лёссовых грунтов

Лёссовые просадочные грунты почти сплошным чехлом покрывают поверхность Степного Алтая. При замачивании этих грунтов происходит их просадка [3, 13-19, 24, 29, 37, 46, 47, 55- 57, 64, 69-72, 89, 90].

Относительная просадочность лёссов при нагрузке 0,3 МПа изменяется в широких пределах от 0,01 до 0,15. Наиболее часто встречающиеся значения этой величины 0,01-0,03. Отмечается четкая закономерность уменьшения относительной просадочности с глубиной. Так на глубине 1-3 м она довольно значительна (равна, как правило, 0,02-0,06), но ниже она постепенно снижается, составляя на глубине 10-13 м меньше 0,01.

Относительная просадочность обычно превышает значение 0,01 и при нагрузке 0,2 МПа, но мощность толщи, обладающая просадочными свойствами при этой нагрузке, сокращается на 2-4 м, составляя 5-6 м. При нагрузке 0,1 МПа мощность просадочной толщи незначительна, обычно в пределах 3-4 м.

Просадка лёссовых грунтов при их замачивании проявляется, в основном, под воздействием внешней нагрузки. Просадка грунтов от собственного веса невелика, обычно 2-3 см и, как правило, не превышает 5 см. То есть, на территории Алтая превалирует I тип грунтовых условий по просадочности. II тип грунтовых условий по просадочности (для него характерна просадка грунтов от собственного веса более 5 см) отмечается лишь на отдельных ограниченных площадях. Размеры участков II типа небольшие 50 x 100 м, 100 x 200 м и т.п.

Просадка лёссов хорошо изучена на ключевом участке **«Барнаул»** [3, 89]. Здесь II тип грунтовых условий по просадочности отмечен на территории заводов близ бровки Приобского плато (АО «Алтайгеомаш», ОАО «Барнаултранмаш», АО «Барнаульский станкостроительный завод» и V др.) и в ряде микрорайонов южнее Павловского тракта (№№ 2001, 2003, 2004 и др.).

Начальное просадочное давление лёссов Алтая, характеризуясь минимумом на первых 2-3 метрах (0,04 - 0,10 МПа), постепенно возрастает с глубиной. В интервале глубин 5-6 м её значения составляют 0,10 - 0,20 МПа, а на глубине 8-10 м увеличивается до 0,25-0,30 МПа.

Грунты, находящиеся на глубине свыше 10 м, как правило, имеют начальное просадочное давление свыше 0,30 МПа (т.е. становятся непросадочными), за исключением отдельных участков, где этот рубеж в 0,30 МПа отмечается на глубине 11-13 м. В целом, начальное просадочное давление превышает вертикальное напряжение от собственного веса грунтов, что подтверждает I тип грунтовых условий по просадочности (за редким исключением).

Начальная просадочная влажность на глубинах 1-6 м варьирует в пределах 0,15-0,20. На больших глубинах её значения повышаются до 0,20-0,25.

Опыт проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений Алтая наглядно показал, что недоучет особенностей просадочных свойств грунтов приводит к развитию недопустимых деформаций и обуславливает аварийное состояние зданий и сооружений [3, 57, 64, 89, 90]. Основная причина этого - утечки вод и неравномерное замачивание грунтов основания, что вызывает неравномерную осадку (просадку) грунтов и неравномерную осадку фундаментов, напряжения в конструкциях зданий и их деформации. Таких зданий значительное количество в г. Барнауле. Имеются они и в Бийске, Рубцовске, Алейске и в др. городах и селах Алтая.

Деформации проявляются в виде трещин в стенах и фундаментах зданий, оседания колонн, полов, перегородок, цокольных частей здания со взламыванием асфальтовых отмоستков, кренов тяжелого оборудования (стоящего на отдельных фундаментах), отслаивания и разрушения внутренней и наружной штукатурки, разлома труб инженерных коммуникаций, иногда вплоть до обрушения отдельных элементов зданий (оконных перемычек, лестничных маршей и др.).

В качестве примеров значительных деформаций можно привести дома на ключевом участке **«Барнаул»** [3, 89]. Так здание по ул. Э. Алексеевой было пронизано массой трещин, от волосяных до 2-3 см шириной. Создалась опасность для проживания в нем жильцов, которые были выселены для проведения специальных мероприятий. В аварийное состояние пришли также жилые дома по ул. Водопроводной, Новороссийской, Малахова, здание пожарной охраны по ул. Г. Титова и многие другие.

Развитие процессов деформации обуславливается характером, объемом и продолжительностью замачивания грунтов. При одноразовом, но достаточно полном замачивании грунтов основания, процесс деформации зданий не имеет длительного характера.

При локальном, повторяющемся замачивании нередко эти процессы прослеживаются на протяжении ряда лет. Так, на ключевом участке **«Барнаул»** дом № 8 по ул. Новороссийской, построенный в 1968 г., из-за утечек вод из коммуникаций, стал аварийным в 1969 г. (появление многочисленных открытых

трещин в наружных и внутренних стенах). В дальнейшем деформации развивались в течение более 30 лет.

Деформации зданий на Алтае, как правило, наблюдаются через несколько лет после завершения строительства. Нередко срок нормальной эксплуатации растягивается до 15-20 лет. Но отмечены случаи, когда деформации наступали сразу после введения зданий в эксплуатацию или даже в процессе строительства.

Так, при возведении 2-х этажного дома № 23 в квартале 1082 (ключевой участок «**Барнаул**») в 1975 г., в стенах его появились трещины. Причина - неравномерное уплотнение грунтов, их неравномерная просадка при замачивании лессов оснований фундаментов ливневыми водами (не был обеспечен сток воды).

После возведения в 1971 г. коробки 5-этажного панельного дома (строительство не было закончено) № 41 в квартале 1074 (ключевой участок «**Барнаул**»), образовались сквозные трещины от 1-го до 5-го этажа. Причина - уплотнение грунтов произведено не по всему котловану, а только в его центральной части.

Просадки грунтов могут привести не только к деформациям зданий, но и к их разрушению. Так, 5 ноября 1985 г. совершенно разрушилось здание цеха электрофильтров ТЭЦ-3 ключевого участка «**Барнаул**», где еще в мае 1985 г. крен колонн из-за просадки лессов превысил допустимое значение по СНиП. Плиты перекрытия соскользнули и цех превратился в развалины, как после мощной бомбежки.

О серьезности и масштабности этого явления говорит то, что на ключевом участке «**Барнаул**» порядка 300 зданий имеют деформации из-за просадки грунтов.

Самая большая просадка лёссовых грунтов произошла на

ПАО «Алтай-Кокс» в г. Заринске [63, 66]. Наблюдения за осадками объектов завода проводились в предпусковой (строительный) и эксплуатационный периоды в 1979-1986 гг., что дало возможность изучить просадку грунтов в эти этапы.

Территория завода сложена просадочными лёссовыми суглинками мощностью 11,5 м, подстилаемыми непросадочными суглинками мощностью 5 м и пылеватыми песками. Грунтовые воды залегают на глубине 18-21 м. В результате утечек вод при производственных процессах лёссовые грунты под фундаментами рядом стоящих коксовой батареи № 1 и угольной башни оказались замоченными. До строительства грунты имели твердую и полутвердую консистенцию, после замачивания – тугопластичную, мягкопластичную и текучепластичную.

Осадки на коксовой батарее № 1 и угольной башни начались еще в процессе строительства под воздействием нагрузок от сооружений (которые превысили допустимые значения для лёссов) и продолжались в период эксплуатации до конца наблюдений на объекте (1986 г.).

Осадка по коксовой батарее в период строительства составила 52-94 мм, в среднем 73 мм (1981 г.). Средняя скорость осадки в сутки – 0,10 мм. Это период естественного уплотнения грунтов под дополнительной нагрузкой от сооружения, осложняющийся начавшейся просадкой под северо-западной частью коксовой батареи на стыке ее с угольной башней ввиду некоторого замачивания грунтов поверхностными водами.

Угольная башня имеет меньшие размеры, но оседала значительно, в 3-4 раза быстрее – 0,41 мм в сутки. Это объясняется большими удельными нагрузками ее на

основание фундаментов. Отдельные части угольной башни оседали неравномерно: большие осадки наблюдались в юго-восточной и северо-западной ее частях.

В начальный период эксплуатации (1981-1982 гг.) в условиях интенсивного замачивания грунтов водами, теряющимися при производственных циклах, отмечалось возрастание осадок: до 0,13 мм/сутки на коксовой батарее и 0,55 мм/сутки на угольной башне. Следует отметить, что после загрузки угольной башни углем произошло резкое увеличение ее осадки (как срыв), вследствие значительного увеличения общей нагрузки на фундамент и просадки грунтов основания.

Это период активно идущего процесса просадки. К концу 1982 г. скорости осадок снизились до 0,07-0,15 мм/сутки. Процесс просадки, в основном, прошел, но полностью не закончился. Сооружения не стабилизировались. В дальнейший период эксплуатации (1983-1986 гг.) в условиях продолжающегося интенсивного замачивания грунтов отмечались небольшие скорости осадки сооружений (0,02-0,07 мм/сутки). Осадки оснований фундаментов обоих сооружений происходила неравномерно из-за неравномерности замачивания грунтов под фундаментами. Неравномерность осадок сооружений обусловила отчетливо выраженный крен зданий навстречу друг другу.

К концу этапа толща лёссовых грунтов была промочена полностью до глубины залегания уровня грунтовых вод (18-21 м). Это период вяло текущей завершающейся просадки грунтов, в условиях их ползучести (релаксации) при чрезмерных нагрузках на грунт.

Осадки коксовой батареи за период наблюдений 1979-1986 гг. составили 123-292 мм (по различным точкам сооружения), а по угольной башне 326-492 мм.

Ввиду неоднородности замачивания грунтов осадка различных частей сооружений оказалась неодинаковой, что обусловило появлений деформаций: появились трещины в стенах, неоднократно рвались коммуникации, соединяющие эти сооружения. Это поставило перед эксплуатационной службой ряд серьезных проблем.

Суммарные осадки обоих сооружений превысили допустимые значения по СНиП, Это вызвано ошибками при проектировании, когда были допущены нагрузки на основание фундаментов, превышающие несущую способность грунтов.

Проявление просадки грунтов приводит к деградации лёссов: их уплотнения, ухудшения физико-механических свойств, и они практически уже не могут называться лёссами.

14. Подтопление территорий

Территории считаются подтопленными при глубине уровня грунтовых вод менее 2 м.

Процессы подтопления происходят во всех городах России. Особенно интенсивно они развиваются в городах, расположенных в лесостепной и степной зонах, где территории сложены покровными лёссовыми просадочными макропористыми грунтами.

В Алтайском крае процессы подтопления интенсивно проявились в городах Барнаул, Бийск, Рубцовск, Алейск, Славгород, Горняк, во многих поселках и селах Поспелиха, Шипуново, Тальменка, пос. Михайловский и др., на ряде крупных

промышленных площадках (Алтайский коксохимический завод в г. Заринске и др.) [3, 18, 21, 34, 57-59, 86, 88, 89, 90а, 91, 94-97].

Подтопление территорий в городах, поселках городского типа, крупных селах (районных центрах) наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по 2-м схемам:

1. Подъем уровня грунтовых вод (УГВ).

2. Повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лессов в пределах застроенной территории.

Основная причина повышения влажности лессовых грунтов - утечки вод из инженерных коммуникаций и водосодержащих объектов, а также уменьшение испарения влаги из грунтов благодаря застройке и асфальтированию площадей; неправильная планировка территорий, в результате чего затруднен сток талых и дождевых вод; барражный эффект от фундаментов зданий и др.

Утечки вод могут иметь значительные масштабы. Так по данным Харьковского УкрГИИНТИЗа водонесущие коммуникации теряют порядка 10% вод после 3 лет их эксплуатации и до 40% вод после 15-20 лет их использования. Исследования треста АлтайТИСИЗ по городу Рубцовску в 80-х годах прошлого столетия подтвердили, что утечки вод составляют 40% от объема пропускаемой воды.

Наибольшее развитие эти процессы получают на территориях промышленных зон и отдельных предприятий, потребляющих большое количество воды.

Процессы подтопления удобно рассмотреть на наиболее изученном ключевом участке «**Барнаул**» [3, 89, 90а].

Здесь верхняя часть разреза представлена просадочными лёссами, подстилаемыми непросадочными суглинками и супесями красnodубровской свиты.

В середине прошлого столетия грунтовые воды находились на глубине 25-50 м.

Подтоплению подвергнуты территории Северной, Южной (Центральной) промышленных зон и Власихинская промплощадка.

Северная промзона застраивалась, начиная с 1941 г. и до XXI в. На всех заводах сейчас существуют зоны грунтов повышенной влажности и замоченных грунтов, приуроченных к производственным корпусам и трассам инженерных коммуникаций. Размер их в поперечнике от 20 до 300 м. Глубина замачивания от нескольких метров до 15-20 м, изредка достигая больших глубин. Эти зоны обычно имеют куполовидную форму. На отдельных предприятиях они слились, образуя единое поле замоченных грунтов (ТЭЦ-1, АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод»). Замоченные грунты отмечаются или с поверхности, или с некоторой глубины (5-10 м).

Природная влажность лессовых грунтов обычно составляет 0,12-0,17 долей единицы. При замачивании она повышается до 0,16-0,27. Вместо твердой и полутвердой консистенции грунты становятся тугопластичными, мягкопластичными, текучепластичными и местами приобретают текучую консистенцию.

На территориях отдельных предприятий ключевого участка «**Барнаул**» (ООО «Алтайский шинный комбинат», ОАО «Химволокно», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, АО «Алтайгеомаш» и ОАО «Барнаульский завод технического углерода») отмечены подземные воды типа «верховодки» техногенного происхождения.

Увлажнение грунтов Северной промзоны Барнаула формируется на протяжении 30-70 лет, но некоторые из этих участков появились сравнительно недавно (10-30 лет).

Скорость формирования зон замоченных грунтов зависит от объема инфильтрующихся вод.

На заводе технического углерода у котельной образовался купол замоченных грунтов за 2 года (с 1973 по 1975 гг.). Вершина его находилась на глубине 6 м, купол прослежен до глубины 30 м. Ширина его поверху 20 м, внизу 60 м. Грунты приобрели консистенцию от туго - до текучепластичной. Влажность грунтов повысилась от 0,12-0,18 до 0,19-0,28.

Нарушение баланса влаги в пределах активной зоны, увеличение степени водонасыщенности лессов существенно сказывается на изменении физико-механических свойств грунтов и устойчивости сооружений.

С увеличением влажности, ослабляются структурные связи грунтов, поэтому ухудшаются деформационные и прочностные свойства грунтов: угол внутреннего трения уменьшается на $3-8^{\circ}$, от $22-27^{\circ}$ до $15-20^{\circ}$; удельное сцепление снижается в 2-3 раза, от 24-30 кПа до 5-15 кПа, модуль деформации понижается от 8-15 МПа до 1-6 МПа.

Как результат этого, при неравномерном замачивании происходит неравномерная просадка грунтов под фундаментом, что обуславливает напряжения в конструкциях и деформации сооружений.

Замачивание грунтов определяет и то, что лёссы, являясь практически непучинистыми грунтами при природной влажности, становятся сильнопучинистыми при водонасыщении. Процессы пучения наблюдались на ряде объектов.

Формирующиеся воды «верховодки» нередко обладают агрессивными свойствами к бетонам, разлагая последние. Так, подобные воды техногенного происхождения, обладающие агрессивными свойствами к бетонам и металлическим конструкциям, были зафиксированы на площадках насосной станции и очистных сооружений шинного завода, на ОАО «Химволокно».

Здания с деформациями имеются практически на всех заводах Северной промзоны: ООО «Алтайский шинный комбинат», ОАО «Химволокно», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, АО «Алтайгеомаш», ОАО «Барнаульский завод технического углерода», ОАО «Барнаултранмаш», АО «Барнаульский станкостроительный завод», ООО «Алтайский моторный завод» и других.

Так, на АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» к 1978 г. на всех наружных стенах 4-х этажного главного корпуса появилась масса трещин: от волосяных до 2-5 см шириной. Западная стена у перекрытия отошла от здания на 30 см. Создалась опасность её обрушения. Встал вопрос о полной замене западной и северной стен (они не несущие). Внутренние колонны осели, некоторые из них оказались перекошенными.

Зоны замоченных грунтов имеются также и на предприятиях Власихинской промзоны. Почти сплошные поля замоченных грунтов наблюдаются на ТЭЦ-3 и ОАО «Барнаульский пивоваренный завод». На ТЭЦ-3 грунты промочены до глубины 30 м, и здесь зона замоченных грунтов сомкнулась с водоносным горизонтом подземных вод.

Зоны замоченных грунтов формируются не только на территориях промышленных объектов, но и на многих участках жилой застройки. Процессы подтопления активно развиваются на пос. Южном, где под многими зданиями зафиксированы замоченные грунты.

Примером замачивания грунтов на отдельном участке может служить зона водонасыщенных грунтов, сформировавшаяся на площадке 9-ти этажного жилого здания по ул. Юрина, 208, где в течение ряда лет в техподполье стояла вода из-за утечки из водопроводящих коммуникаций. Столб воды достигал высоты 0,5 м. Замоченные грунты были отмечены на расстоянии 80 м от дома.

В старой части города процессы подтопления развиваются в иных инженерно-геологических условиях.

На площади I надпойменной террасы, слагающие её пески мелкие (реже пылеватые) лежат на глинах и суглинках кочковской свиты, являющихся водоупором.

Сформировавшийся в песках водоносный горизонт питается за счет атмосферных осадков и подземных вод, перетекающих из водоносных комплексов II и III надпойменных террас и водоносных горизонтов краснодубровской свиты Приобского плато.

Определенную роль в его питании играют воды, теряющиеся из инженерных коммуникаций на I террасе. В последние десятилетия, в связи со строительством в старой части города многоэтажных домов, возросло водопотребление, а значит и утечки вод. В связи с этим стал подниматься уровень грунтовых вод на I террасе. Этому способствовал также ряд причин: барражный эффект от фундаментов зданий, особенно свайных, уменьшение испаряемости влаги из грунтов ввиду увеличившихся заасфальтированных площадей, засорения систем ливневой канализации, конденсации влаги под зданиями и сооружениями и др.

В результате, за последние десятилетия уровень грунтовых вод поднялся на 1-2 м.

В настоящее время почти вся территория I террасы оказалась подтопленной. Глубина залегания грунтовых вод на большей её части составляет 0,1-2,0 м. Местами грунтовые воды выходят на поверхность, обуславливая заболачиваемость участков.

В результате подтопляются подвалы и фундаменты зданий, инженерные коммуникации, замачиваются стены (из-за капиллярного поднятия воды).

Затопление подвалов приводит к порче хранящихся в них имущества и продуктов, делает невозможным их использование по функциональному назначению.

Замачивание инженерных коммуникаций значительно осложняет их эксплуатацию и ремонт.

В частности, в 80-х годах XX в. стали затапливаться подвалы зданий горисполкома (ныне администрация города) и краевого архива (ныне Знаменской церкви), построенные в прошлом веке и ранее не затопляющиеся. Подтоплены фундаменты и подвалы поликлиники по ул. Пушкина, краеведческого музея по ул. Ползунова, типографии по ул. Короленко и др.

На надпойменных II-й и III-й террасах уровень грунтовых вод залегает относительно глубоко и меньше влияет на инженерные сооружения (за исключением приречной полосы II террасы). Но здесь, в связи с подземными водами, возникает другая проблема: влияние «верховодки» на строительство и эксплуатацию сооружений.

В составе песков II-ой и III-ей надпойменных террас часто встречаются прослойки и линзы супесей и суглинков мощностью от 0,5 до 3-4 м, не имеющие сплошного распространения. Над ними формируется «верховодка», залегающая на глубине от 2 до 6 м.

Подтопление территорий обуславливает ухудшение физико-механических свойств грунтов (резко снижаются прочностные характеристики), повышает их пучинистость. В результате ряд зданий получили деформации (трещины в фундаментах и стенах), к примеру, здание краевой поликлиники по ул. Пушкина.

Изыскания, проведенные на одних и тех же участках в разные годы, до 1985 г. не показали сколько-нибудь существенного повышения уровня «верховодки».

Но в последние 25-30 лет в связи с многоэтажной застройкой площади этих террас и возросшим объемом утечки вод, время существования «верховодки» начинает увеличиваться, водообильность её возрастает. Она может обусловить затопление подвалов и подземных коммуникаций.

Так, в микрорайоне № 17 уже затопливаются техподполья в доме № 63. При проектировании и строительстве сооружений необходимо учитывать наличие «верховодки».

Застройка новых микрорайонов в северо-западной части города, неупорядочивание поверхностного стока, заиливание русла р. Пивоварки обусловили повышение уровня грунтовых вод в долине этой речки и в районе, прилегающему к ней. В результате оказались подтопленными фундаменты свыше 200 частных домов, вода затопила подвалы. Грунты приобрели пучинистые свойства, ряд домов получил деформации. Встал вопрос о сносе отдельных домов и переселении семей в новые здания.

В целом, процессы подтопления на ключевом участке «Барнаул» получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Материальный ущерб значителен.

Скорость повышения уровня грунтовых вод.

При объеме потребляемых вод в г. Барнауле порядка 100-120 млн. м³ утечки из водонесущих труб (для них, в основном, нормативный срок эксплуатации превышен) могут составить 20-40 млн. м³. При суммарной площади застроенной территории и осваиваемых участков в 150 км² теряющаяся при утечках вода составит слой толщиной в 0,13-0,27 м. При пористости лессовых грунтов 42-50% эта вода может обводнить слой грунта мощностью 0,25-0,5 м. Иными словами она может повысить за год уровень грунтовых вод на 0,25-0,5 м.

С поправкой на испарение теряющихся из труб вод и стока части грунтовых вод в Обь и Барнаулку эту цифру можно принять равной 0,15-0,3 м.

При общем подъеме УГВ на территории города скорость подъема его различна во времени, на разных геоморфологических элементах, для разных грунтов.

Приобское плато. На плато находится большая часть города.

На застроенной части Приобского плато скорость подъема УГВ можно рассмотреть на примере участка по ул. Панфиловцев. В 1990 г. при изысканиях под подземный переход на пересечении Павловского тракта и ул. Панфиловцев УГВ не был вскрыт скважинами глубиной 15 м. По данным на соседних участках он был равен 18 м. В 2012 г. при изысканиях под жилой дом по ул. Панфиловцев, 41 УГВ был установлен на глубине 8,0 м. За 22 года он поднялся на 10 м. Скорость подъема составила 0,45 м.

На незастроенной осваиваемой территории Приобского плато в квартале 2011 в 1992 г. УГВ не был вскрыт скважиной глубиной 21 м от поверхности.

Ориентировочно (судя по материалам изысканий на соседних участках) УГВ был на глубине 22-24 м. В 2016 г. при изысканиях под жилой дом №3 в квартале 2010 по ул. Взлетной, 115 УГВ был отмечен на глубине 13,6 м. Участки находятся недалеко друг от друга, в одинаковых инженерно-геологических условиях, поэтому можно сравнивать их гидрогеологические условия. За 24 года УГВ поднялся на 8,4 м. Скорость поднятия 0,34 м в год.

Подъем УГВ на территории застраиваемых микрорайонов южнее Павловского тракта, в основном, обязан стоку грунтовых вод из зон ранее застроенных территорий, где УГВ повышенный (8-10 м).

В пос. Южном, также расположенном на Приобском плато, грунтовые воды до начала XX в. скважинами глубиной 10-15 м не были вскрыты, за исключением территории 7 микрорайона (юго-западная часть поселка), где грунтовые воды в 1977 г. отмечены на глубинах 4,7-11 м.

В XXI в. уровень грунтовых вод в юго-западной и центральной частях поселка начал подниматься и достиг 2,3 м по проезду Кубанскому, 2в и 2,7-3,7 м по ул. Мусоргского, 34а.

Повышение УГВ на Приобском плато на территории застраиваемых микрорайонов (2010, 2011 и др.) и в пос. Южном серьезно затруднило строительство объектов.

Первая надпойменная терраса р. Барнаулки. Режимные наблюдения Оползневой станции за уровнем грунтовых вод по скв. 393 на ул. Короленко за период 1976-1990 гг. показали, что он неуклонно поднимался с глубины 3,93 м до глубины 2,94 м. То есть за 14 лет уровень грунтовых вод поднялся на 1 м. Скорость поднятия УГВ 0,07 м в год.

Вторая надпойменная терраса р. Барнаулки. В микрорайоне 17 УГВ в 1978 г. находился на глубинах 8,6-14,8 м, в 2016 г. примерно на этих же глубинах.

Третья надпойменная терраса р. Барнаулки. В районе ул. Димитрова в 1992 г. УГВ до 15 м не вскрыт, в 2016 г. он установлен на глубине 26 м.

На территории г. Бийска подтоплены жилая застройка и промышленные предприятия, расположенные на I надпойменной террасе р. Бии. Уровень грунтовых вод находится на глубине 2-4 м.

В г. Рубцовске еще в 70-х годах прошлого столетия грунтовые воды находились на глубине 5-7 м, а в 20 веке фиксируются на глубине 2-4 м, затрудняя строительство и эксплуатацию зданий и сооружений.

В Алейске и Славгороде в 70-х и 80-х годах прошлого века уровень грунтовых вод находился на глубине 6-9 м, а ныне на глубине 4-6 м.

В селах Поспелиха и Шипуново за последние 30-40 лет уровень грунтовых вод поднялся на 3-6 м, обусловив проблемы строителям.

В с. Тальменке подтоплены большие площади: грунтовые воды находятся на глубине 2-4 м, что затрудняет строительство и эксплуатацию зданий и сооружений.

Автором изучен процесс подтопления на Алтае и намечены стадии его:

- 1.Повышение влажности грунтов под отдельными зданиями.
- 2.Образование куполовидных зон замоченных грунтов под отдельными зданиями.
- 3.Смыкание куполовидных зон и формирование пластообразной зоны замоченных грунтов под группой зданий в микрорайоне или группой промышленных сооружений.
4. Расширение зоны замоченных грунтов, захватывающей ряд микрорайонов или весь комплекс заводов промышленных узлов (к примеру Северная промышленная зона Барнаула),
5. Повышение уровня грунтовых вод территорий.
6. Смыкание зоны искусственно замоченных грунтов с грунтовыми водами.

Подтопление лёссовых массивов приводит к деградации лёссов: они в некоторой степени уплотняются, физико-механические свойства их резко ухудшаются (модуль деформации их снижается до 1-6 МПа, уменьшаются величины удельного сцепления и угла внутреннего трения), утрачиваются просадочные свойства. Эти грунты уже нельзя отнести к лёссам.

15. Оползнеобразование

15.1. Общие сведения

Оползнеобразование получило значительное развитие на Алтае [3, 30, 31, 34, 57, 76, 77, 83, 89, 103]. Оползни часто встречаются на крутых обрывистых берегах крупных и средних рек: Оби, Бии, Чарыша, Алея и др. Но нередко они отмечаются и на берегах мелких рек, и в бортах оврагов, если высота склонов превышает 8-10 м, а крутизна их более 30° .

Наибольшее развитие оползни получили на склонах долины Оби.

Река Обь в верхнем течении (в пределах Алтайского края) от р.ц. Усть-Пристань до с. Киприно имеет высокий и крутой левобережный склон долины. Высота склонов значительная 50-115 м. Крутизна их от $25-30^{\circ}$ до $70-80^{\circ}$, в верхней части склонов стенки почти вертикальные. Породы, слагающие склон, в таких условиях являются неустойчивыми. Время от времени они разрушаются и сходят вниз по склону. Активное проявление оползневых процессов отмечается в районах сел: Володарка, Бураново, Бельмесево, Шадрино и во многих других местах. Практически почти весь склон на отмеченном участке является оползневым.

Большое развитие оползни получили и в пределах границ Барнаула на протяжении 20 км от пос. Ерестной до района Туриной горы, а в пределах городского округа Барнаул оползневой район прослеживается до Научного городка. Общая длина его составляет 32 км. Этот участок условно назван Барнаульским Приобьем. В отношении оползней он является наиболее изученным на Алтае и поэтому он

выделен в **ключевой оползневой участок «Барнаул»**. Описание оползней на ключевом участке приводится ниже.

Изучением оползней у г. Барнаула занимается ООО «Барнаульская оползневая станция», созданная в 1974 г. За время её существования зафиксировано свыше 400 оползней и оползнепроявлений. Ежегодно отмечается сход от одного до 5-10 оползней.

Оползневой станцией установлена опасная оползневая зона, включающая Обской склон и прибровочную полосу Приобского плато шириной 200-300 м. Статус оползневой зоны узаконен решением администрации г. Барнаула от 09.04.1973 и от 09.06.1993.

В геоморфологическом отношении Обской склон представляет собой уступ Приобского плато к долине р. Оби. Отметки поймы Оби 131-135 м. Отметки бровки плато 180-240 м. Высота уступа 45-110 м. (50 - 115 м над меженным урезом воды). Пойма в левобережье Оби имеется не повсеместно, а лишь на участках пос. Ерестной и севернее железнодорожных мостов. Русло Оби непосредственно примыкает к оползневому склону на 2-х участках: от 1 речного водозабора до устья Барнаулки и от Барнаульской нефтебазы до железнодорожных мостов.

Обской оползневой склон довольно крутой, 25-80⁰. Местами склон становится почти отвесным, особенно в верхней его части. Наибольшая крутизна его отмечается от первого речного водозабора до речного вокзала и от Барнаульской нефтебазы до железнодорожной выемки, т.е. на тех участках, где отсутствует пойма и воды Оби подмывают склон.

Приобское плато прорезается долиной р. Барнаулки северо-восточного простирания. Ширина её 5-6 км.

Левый склон долины Барнаулки относительно пологий, здесь прослеживаются три надпойменные террасы реки. Правый склон довольно крутой (20-50⁰) и здесь также отмечается оползнеобразование, но не такое интенсивное, как на Обском склоне.

В геологическом строении в пределах склона Приобского плато участвуют (сверху вниз):

- верхнеплейстоценовые покровные просадочные лессовые суглинки и супеси мощностью 8 - 13 м,
- нижне-среднеплейстоценовые суглинки (реже супеси) и пески красnodубровской свиты мощностью 20 - 72 м,
- средне-верхнеплиоценовые суглинки и глины кочковской свиты, вскрывающиеся в основании склона.

Обской склон в пределах I - III надпойменных террас р. Барнаулки сложен песками мелкими, с прослоями суглинков и супесей.

Интенсивность пораженности Обского склона оползнями неодинакова. Очень сильной пораженностью оползнями характеризуются участки, где отсутствует пойма: от ЛОУ «Санаторий «Барнаульский» до нового автомобильного моста через р. Обь (на этом участке почти весь Обской склон поражен оползневыми цирками) и от бывшей ООО «Барнаульская овчинно-меховая фабрика» до старого железнодорожного моста через р. Обь.

Для них коэффициент пораженности K_p (K_p равен отношению площади, занимаемой оползневыми цирками, к общей площади участка) варьирует от 0,5 до 1,0.

Сильная пораженность склона оползнями (K_p 0,25-0,5) наблюдается на участках от устья Барнаулки до бывшей ООО «Барнаульская овчинно- меховая фабрика» и от ТЭЦ-2 до ОАО «Барнаульский завод технического углерода», включая оба эти предприятия.

Средняя пораженность (K_p 0,15-0,35) характерна для участков от железнодорожной выемки до ТЭЦ-2 и от ОАО «Барнаульский завод технического углерода» до АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» включительно.

Сильная пораженность склона оползнями (K_p 0,2-0,6) отмечается на участке от АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» до Научного городка.

Слабо поражен оползнями (K_p меньше 0,1) правый склон долины р. Барнаулки от устья её до западной границы города.

Барнаульское Приобье по степени интенсивности оползнеобразования поделено на 4 района. Пятый район расположен по р. Барнаулке.

I район прослеживается от пос. Ерестной до нового моста через Обь. Протяженность его 4 км. Коэффициент пораженности склона оползнями K_p 0,5-1,0, коэффициент устойчивости склона K_u 0,4-0,7, крутизна склонов $45-75^{\circ}$, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби 50-60 м, генезис оползней – эрозионная деятельность р. Оби, в меньшей степени овражная деятельность, суффозия и антропогенные факторы.

II район расположен от устья Барнаулки до железнодорожной выемки. Протяженность его 5 км. Коэффициент пораженности склона оползнями K_p 0,25-0,5, коэффициент устойчивости склона K_u 0,6-1,4, крутизна склонов $5-55^{\circ}$ и более, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби от 10 м на I надпойменной террасе до 50-60 м на III террасе, генезис оползней – суффозионные процессы, в меньшей степени эрозионные (овражная деятельность) и антропогенные факторы.



Рис. 39. Оползень в Барнауле.

III район прослеживается от железнодорожной выемки до АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод». Протяженность его 5 км. Коэффициент пораженности склона оползнями K_p 0,15-0,35, местами до 0,5, коэффициент устойчивости склона K_u 0,4-1,4, крутизна склонов от $25-40^{\circ}$ и до $80-85^{\circ}$, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби 60-95 м, генезис оползней – суффозионные процессы, эрозионные (овражная деятельность), антропогенные и полигенные факторы.

IV район расположен от АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» до Научного городка. Протяженность его 12 км. Коэффициент пораженности склона оползнями K_p 0,2-0,6, коэффициент устойчивости склона K_u 0,6-2,0, крутизна склонов от $25-40^{\circ}$ и до $80-85^{\circ}$, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби 100-110 м, генезис оползней – суффозионные процессы, эрозионные процессы (овражная деятельность).

В долине р. Барнаулки отмечен ряд мелких оползней, в том числе антропогенный оползень, деформировавший лестницу в нагорный парк, и оползень по ул. Аванесова, вызванный землетрясением, случившимся 27.09.2003.

15.2. Факторы оползнеобразования на Алтае

Повышенная крутизна склона - основной фактор развития оползневых процессов [57, 77]. Коэффициент устойчивости Обского склона различен, изменяясь от 0,4 до 2,8. Но на большей части склона, там, где крутизна его превышает $30^{\circ}-35^{\circ}$, коэффициент устойчивости меньше 1,0, т.е. склон является неустойчивым.

Другими факторами, стимулирующими процессы оползнеобразования, являются:

-благоприятное для развития оползней геологическое строение - наличие в основании склона грунтов, легко подвергающихся механическому суффозионному выносу (пески и супеси), в результате чего формируются ниши, и в целом ослабляется этот слой грунтов. Залегающие выше грунтовые массы в результате теряют опору и получают неустойчивое положение;

-залегающие под песками суглинки и глины кочковской свиты обладают большой плотностью, низким коэффициентом фильтрации и являются водоупором, над которым в песках формируется водоносный горизонт, обуславливающий суффозионный вынос частиц песка из грунтов и играющий роль «смазки» при сходе оползней, облегчая их скольжение;

-наличие у подножья склона рыхлых делювиально-коллювиально-пролювиально-деляпсивных отложений мощностью от 1-3 до 5-10 м, с одной стороны, играющих роль контрбанкета (и сдерживающих сход оползней), а с другой стороны, обуславливающих затруднение выхода (выклинивания) подземных вод на поверхность склона, повышающих обводненность грунтов и способствующих оползнеобразованию;

-резкое ослабление структурных связей лессовидных суглинков и супесей покровных отложений и красnodубровской свиты, слагающих Обской склон, при их замачивании. При природной влажности это прочные грунты, способные держать вертикальную стенку, но в водонасыщенном состоянии их прочностные характеристики резко снижаются, и они даже могут перейти в плавунное состояние; при этом сдвигающие усилия (вес грунтов) могут превысить удерживающие силы сопротивления и грунтовая масса сползет;

-размывающая деятельность реки Оби, производящая подмыв и обрушение берегов, сносящая оползшие массы грунта (играющие роль контрбанкета), обуславливающая повышенную крутизну склона и препятствующая его стабилизации;

-развитие процессов овражной эрозии, расчленяющих и ослабляющих склон и обеспечивающих сход отдельных его частей,

-северная, северо-восточная и восточная экспозиции Обского склона, что при превалирующих юго-западных и западных ветрах является благоприятным фактором для накопления зимой снежных масс (надув их), образующих весной обильные талые воды, насыщающие грунты склона, что способствует повышению сдвигающих усилий (вес грунтов) и снижению их структурной прочности (снижая удерживающие силы сопротивления); один из пиков схода оползней приходится на конец весны;

-неравномерность выпадения годовых атмосферных жидких осадков, наличие периодов обильного выпадения дождей или сильных ливней, обуславливающих эрозию склона, насыщающих его грунты и способствующих оползнеобразованию;

-антропогенное (в основном, техногенное) воздействие на склон. Данный фактор приобретает всё большее значение, ввиду усиливающейся производственной нагрузки на склон и прибрежную полосу.

Значимость всех этих причин возникновения оползнеобразования неодинакова для различных участков Обского склона, хотя везде решающим фактором является большая крутизна склона.

Так, на ключевом участке «**Барнаул**» от 1 речного водозабора до устья Барнаулки важным фактором является размывающая деятельность Оби. Роль суффозионных процессов и других факторов ограничена.

На участке от устья Барнаулки до бывшей ООО «Барнаульская овчинно-меховая фабрика» склон защищен от размывающего действия Оби песчаной косой (остров «Отдыха») и отделен от основного русла реки заливом «Ковш». В пределах этой части склона эрозионная деятельность Оби практически не проявляется. Наблюдающиеся здесь оползневые деформации, в основном, обязаны суффозионному выносу песков в основании склона на линии разгрузки грунтовых вод (несколько выше глин кочковской свиты).

На участке от бывшей ООО «Барнаульская овчинно-меховая фабрика» до железнодорожной выемки основными причинами являются размывающая деятельность р. Оби, а также оврагообразование.

На следующем участке, от железнодорожной выемки до АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод», важным фактором является суффозионная деятельность а также оврагообразование.

На этом участке большое значение приобретает также техногенный фактор, которому обязано схождение ряда оползней, в т.ч. оползня у ООО «Барнаульский деревообрабатывающий завод» (ДОЗ) в 1973 г.

15.3. Генетико-морфологические особенности оползней Алтая

По морфологии оползневые территории относятся к области линейного распространения оползней [71].

Деформирующимися горизонтами являются покровные лессовые суглинки и супеси, а также пески, супеси и суглинки краснодубровской свиты, поверхностью скольжения - плотные глины и суглинки кочковской свиты в основании склона.

По возрасту отмечаются как современные оползни, так и «древние». Подавляющее большинство зарегистрированных и описанных оползней - современные. Следы ранее сошедших «древних» оползней зафиксированы в виде оползневых террас, цирков и ложбин.

По стадиям развития наблюдаются готовящиеся, движущиеся и закончившиеся оползни. Период подготовки оползня различен: от 2-5 до 5-10 лет (к примеру, на ключевом участке «Заводские оползни») и более лет.

Самый крупный готовящийся оползень на ключевом участке «**Барнаул**» отмечается на пустыре ул. Поселковой, где на протяжении 140 м прослеживается формирующаяся трещина отрыва и опускание поверхности с образованием ступени высотой 0,2 – 1,2 м. Трещина отрыва находится в 40-55 м от бровки плато. Такая ширина призмы обрушения является наибольшей за весь период наблюдений Оползневой станцией. Эта трещина отрыва известна с 1974 г., т.е. данный оползень готовится 46 лет.

Но наиболее значительный готовящийся оползень на Оби зафиксирован в 1998 г. у райцентра Усть-Чарышская Пристань. Ширина его по фронту 300 м, глубина захвата плато (ширина призмы обрушения) 30-50 м. Высота оползневого уступа 0,5-

2,0 м. Ширина оползневой трещины 2-25 см, глубина ее 17 м. Расчеты, проведенные автором, показали, что оползень не сможет сойти.

Движение оползней обычно происходит в течение периода от нескольких десятков секунд до нескольких суток, иногда до нескольких месяцев и даже лет. Так, движение оползня у АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» объемом в 46 тыс.м³ протекало в течение 3-х суток и завершилось катастрофическим срывом, произошедшим в течение одной минуты. В то же время известны оползни, движение которых осуществлялось в течение очень длительного времени, даже ряда лет. Примером может служить оползень у насосной станции ООО «Алтайский шинный комбинат» г. Барнаула. Первые признаки движения его были отмечены в 1980 году. Затем, в течение 3-х лет, наблюдалось медленное и прерывистое движения оползня с постепенным увеличением его параметров. Ширина оползня по фронту с апреля по декабрь 1981 г. возросла от 50 до 110 м, стенка отрыва от 2,2 м до 6 м. Первые деформации насосной станции от движущегося оползня были замечены еще в феврале 1981 г. (трещина шириной до 3 мм в кирпичных стенах и фундаментах). Решающая подвижка произошла 17 июня 1983 г., когда сорвалась масса грунта объемом 20 тыс. м³ и причинила большой ущерб.

Таким образом, движение оползней осуществляется в 2 фазы.

Первая фаза, длящаяся от нескольких часов до нескольких месяцев (и даже лет), характеризуется весьма медленным смещением грунтовых масс. Обычная скорость 1-5 см в минуту, но она может быть значительно меньше, до 2-3 м в год.

Признаками начавшегося движения сползающих масс является появление белой взвеси с песком в родниках и колодцах. В родниках начинают бить фонтанчики. Начинают трещать кусты и заборы. Появляется видимое простым глазом медленное движение почвы, продолжающееся около 1-3 суток.

Завершающая фаза движения оползня, его срыв, происходит в течение от нескольких десятков секунд до нескольких минут и сопровождается гулом или резким звуковым ударом. Скорость катастрофического срыва грунтовых масс, обычно, 1-2 м/с (до 5 м/с).

Очень часто отмечается движение оползней только в одну вторую фазу быстрого срыва без заметного проявления фазы медленного движения грунтов. Особенно это характерно для очень крутых склонов, с сильным воздействием оползневых факторов.

Завершившийся оползень играет роль контрбанкета. Но со временем он разрушается. Тело его размывается водами Оби (если склон контактирует с руслом), выклинивающимися грунтовыми водами (формирующими ручьи), ливневыми и тальными водами. Языки небольших оползней размываются Обью за 1 год, крупных - за несколько лет. Так, гребень языка самого крупного оползня, сошедшего в 1914 году, простоял 8 лет.

По размерам оползни самые разнообразные. Ширина по фронту от 20-30 м до 100-200 м. Глубина захвата плато (ширина призмы обрушения) от первых метров до 10-15 м (иногда и более). Высота вертикальной трещины отрыва от 5-7 м до 15-20 м. Объем сходящих масс грунта от 0,2 - 3 тыс. м³ до 100-300 тыс. м³. Один из самых значительных оползней случился 31 мая 1999 г. на ключевом участке «Барнаул» на ул. Поселковой. Ширина его по фронту составила 190 м. Объем порядка 200 тыс.м³.

По положению поверхности смещения оползни, в основном, исеквентные, поверхность смещения у них пересекает слои разного состава: покровные верхнеплейстоценовые суглинки и супеси, ниже-среднеплейстоценовые суглинки, супеси и пески краснодубровской свиты, глины и суглинки кочковской свиты.

Но имеются и асеквентные оползни, у которых скольжение проходит по однородной толще. Это отмечается на участках, где разрез представлен только суглинками.

По механизму оползневого процесса выделяются оползни сдвига, течения и выплывания. Преобладают оползни сдвига, при которых происходит сдвиг грунтового массива с блоковым смещением тела оползня, в основном, по вогнутой поверхности.

Оползни течения характеризуются смещением грунтового массива в виде вязкого или вязко-пластичного течения (оползни-потоки, смывы, оплывины). Примером может служить оползень, сошедший у ОАО «Алтайкожа. Барнаульский кожевенный завод». Возникновение таких оползней связано с обводнением пород. Они чаще происходят при смещении делювиальных образований.

Оползни выплывания характеризуются смещением материала в виде вытекания песчаных водонасыщенных грунтов с вовлечением в движение пород, залегающих над ними (оползни гидродинамического выноса, суффозионные оползни). В качестве примера можно назвать оползень № 55 у Барнаульской нефтебазы.

По генетическому признаку можно выделить следующие типы оползней (классификация Оползневой станции применительно к местным особенностям инженерно-геологических условий Обского склона):

- эрозионные, вызванные подрезкой (размывом) склонов в результате развития речной или овражной эрозии,
- суффозионные, обусловленные механическому выносу частиц подземными водами,
- антропогенные, образующиеся из-за изменений природных условий в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека,
- полигенные, вызванные совместным действием различных факторов оползнеобразования.

Эрозионные оползни образуются при подмыве берега течением вод или волнами, повреждением льдинами, при этом возрастает крутизна склона и потеря упора в основании, а также происходит увлажнение грунтов подошвы склона с падением прочности пород. Образуются они также в оврагах, в результате боковой и донной эрозии постоянными и временными водотоками. При эрозионных оползнях происходит смещение откалывающихся от массива блоков пород по ослабленной (часто увлажненной) криволинейной или круглоцилиндрической поверхности скольжения с одновременным их запрокидыванием вглубь склона.

Суффозионные оползни образуются в результате вымывания и механического выноса частиц грунта из водонасыщенных песков в местах выходов подземных вод на склон. Разрушение структуры песчаных пород происходит при создании в них гидравлических градиентов, превышающих критические. Выплывание песчаных пород на склон или к его подошве сопровождается сколом, оседанием и дальнейшим смещением вниз по склону блоков вышележащих пород. Форма поверхности

скольжения отсутствует или совпадает с кровлей водоупорного горизонта (глины кочковской свиты).

Антропогенные оползни образуются при искусственном повышении уровня грунтовых вод, увлажнении и обводнении пород, сопровождающихся снижением их прочности. Повышение влажности грунтов и их обводнение обуславливается фильтрацией вод из водосодержащих промышленных систем (резервуары и т.п.) и подземных водонесущих сетей, подпруживанием поверхностного и подземного стока, а также нерегулируемым орошением (огороды на склонах).

Другими причинами антропогенных оползней является подрезка склонов, их перегрузка при возведении сооружений близ бровки плато, отсыпка насыпных грунтов в верхней части склона с последующим их водонасыщением и др. случаи, связанные с деятельностью человека. Такие оползни характеризуются быстрым пластическим течением сильно увлажненных или разжиженных пород.

Полигенные оползни образуются при воздействии нескольких факторов оползнеобразования. К примеру, эрозионно-суффозионные оползни и антропогенно-суффозионные оползни.

Средняя скорость разрушения склона Приобского плато оползнями составляет 0,2-0,5 м в год.

В то же время следует отметить, что в последние полвека скорость разрушения склона возросла из-за усиления антропогенного фактора.

На отдельных участках склона скорость разрушения значительно превышает указанную среднюю величину. Так, на участке «Заводских оползней» ключевого участка «**Барнаул**» рост оползневых цирков достигал 2-5 м в год.

15.4. Знаменательные по масштабам и последствиям оползни Барнаульского Приобья

Самый крупный оползень. Из известных в истории Барнаула оползней самый значительный произошел 22 февраля 1914 г. в 10 часов утра. Он получил название «Обвал Туриной горы». Ширина оползня по фронту составила свыше 100 сажен (213 м). Язык его перегородил р. Обь до середины, взломав лед на протяжении 500 сажен. Сформировавшийся гребень в реке высотой 15 м простоял 8 лет и впоследствии был размыт. Ориентировочный объем его 700 тыс. м³[3, 71, 84].

Оползень, вызвавший наибольшее количество жертв, случился 25 июня 1995 г. в 5 часов утра на склоне долины Оби в районе АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод». Здесь сошел относительно небольшой оползень (протяженность по фронту 50 м, длина оползневого тела 180 м, объем 46 тыс. м³), но он разрушил 4 жилых дома, дачу, баню и унес жизни 9 человек.

Оползни, послужившие причинами других смертельных случаев:

-в 1988 г. по ул. Кавалерийской, 5-а в результате прорыва водопроводного коллектора произошло водонасыщение массива грунтов на правом склоне оврага и обрушение их на недостроенные гаражи (антропогенный оползень), в результате погибло 6 человек;

-оползень у ОАО «Алтайкожа. Барнаульский кожевенный завод» 21 апреля 1973 г. привел к разрушению 2-х домов с человеческими жертвами (2 чел.);

-антропогенный оползень (спływ древесных отходов, перемешанных с грунтом) на участке ДОЗа 6 мая 1973 г. также разрушил 2 жилых дома и унес жизни 2-х человек.

Среди других наиболее крупных оползней можно отметить следующие:

-оползень, сошедший летом 1985 г. на ул. Тачалова и Кузбассовской объемом 300 тыс. м³; городская территория уменьшилась на несколько сотен м², язык оползня завалил часть русла Оби;

-оползень, случившийся 31 мая 1999 г. на участке ул. Поселковой, ширина его по фронту составила 190 м, объем порядка 200 тыс. м³;

-оползень, сорвавшийся 7 марта 1997 г. близ ОАО «Барнаулский завод технического углерода» объемом 170 тыс. м³ и др.

15.5. Ущерб от схода оползней

Ущерб, приносимый оползневыми процессами, значителен [3, 77, 89]. В первую очередь, это человеческие жертвы: за последние 46 лет погибло 19 человек.

Значительны и ежегодные материальные потери. За этот же период разрушены около 20 жилых домов, насосная станция ООО «Алтайский шинный комбинат», водоводы, золопроводы, ливневые и канализационные коллекторы, уничтожен ряд садовых участков (вместе с садовыми домиками), сокращена территория АО «Мельница», нагорного парка и др.

Администрация Барнаула, во избежание жертв, была вынуждена переселить из опасной зоны около 10 тыс. жителей из сносимых домов по ул. Поселковой, Кузбассовской, Тачалова и др.:

Однако, еще несколько тыс. человек проживает в опасной зоне. В опасной зоне находится также около 30 крупных и средних промышленных предприятий и ЛОУ «Санаторий «Барнаулский».

15.6. Противооползневые мероприятия

Проведение противооползневых работ в Барнаульском Приобье является актуальным вопросом, но решение его затягивается на десятилетия из-за нехватки финансовых средств.

В 1974 г. «Гипрокоммунпроектом» (г. Москва) было составлено ТЭО мероприятий по противооползневым и берегоукрепительным работам на Обском склоне у г. Барнаула.

В 1971 - 1983 г.г. «АлтайТИСИЗом» и «Гипрокоммунпроектом» проведены изыскания и последним составлены технические проекты берегоукрепительных и противооползневых работ на 9 конкретных участках общей протяженностью 6,1 км.

Следует отметить также разработку «Инжзащитой» (г. Москва) «Схемы инженерной защиты г. Барнаула от опасных геологических и гидрологических процессов» (1994 г.), в которой отражены противооползневые мероприятия (в основном, террасирование склонов) и берегоукрепительные работы [103].

В 80-х и 90-х годах XX в., а также в 2000 – 2005, 2015-2017 г.г. были выполнены берегоукрепительные и противооползневые мероприятия на 8 участках общей протяженностью 2,3 км (выше нового Обского автомобильного моста, у ООО «Барнаулский деревообрабатывающий завод» (ДОЗ), речного вокзала, АО

«Мельница» и др.). Этими работами, где полностью, а где частично, были решены определенные задачи, но основная часть Обского склона осталась не укрепленной.

Процессы оползнеобразования по категории опасности согласно табл. 5.1 СП 115.13330.2016. Геофизика опасных природных воздействий (Актуализированная редакция СНиП 22-01-95) относятся к «весьма опасным». Проблема укрепления Обского склона является очень важной и может быть решена только при условии государственной поддержки финансирования работ по федеральной программе.

Воздействие оползнеобразования на массивы лёссов значительно: лёссы при сходе оползней разрушаются и превращаются в бесструктурную глинисто-пылевато-песчаную массу, которая в подножье склона долины размывается и уносится водами реки, а также и ручьями, стекающими со склона.

16. Суффозия

Суффозионные процессы, особенно механическая суффозия, получили развитие на Алтае [3, 31, 34, 67, 86, 88, 89].

Этому способствовали такие факторы, как наличие крутых склонов долин рек (особенно Оби и Бии), оврагов, искусственных дренажных выемок, заметный уклон уровня грунтовых вод в сторону рек, значительные сезонные колебания его, облегченная инфильтрация атмосферных осадков, наличие легкоразмываемых грунтов (песков, супесей, суглинков), теряющих структурные связи при их обводнении или увлажнении.

В результате выноса частиц грунта грунтовыми водами, в песчаном слое образуются разнообразные полости: ниши, западины, воронки, пещеры и др. При этом вышележащие породы теряют устойчивость и обрушаются, образуя суффозионные цирки. Подобные суффозионные процессы протекают на левобережье Оби, обуславливая развитие оползневых явлений суффозионного происхождения.

Суффозионные процессы проявляются не только в песках, но и в суглинках и супесях краснодубровской свиты и в лёссах. Суффозионные процессы в лёссах обязаны тому, что при замачивании этих пород структурные связи их легко разрушаются из-за резкого падения величин удельного сцепления грунтов при их водонасыщении (снижаются в 2-4 раза).

Благоприятным условием для развития суффозионных процессов, выноса материала и формирования псевдокарстовых форм в лёссах является наличие в них трещин, пустот, крупных пор. Эти полости поглощают и концентрируют воды поверхностного стока. Проходя по пустотам, они производят энергичный размыв пород, вынос частиц грунта, что приводит к образованию воронок, западин, ходов и т.п., проседанию и обрушению вышележащих грунтов.

Формирующиеся разнообразные полости «глиняного карста» имеют формы как близкие к изометричным, так и линейного характера. Размеры полостей различны: от долей кубометра до 80 м³.

Псевдокарстовые образования широко развиты вдоль всего левобережного борта долины р. Оби. Они ослабляют склон, способствуя развитию оползневых процессов и оврагообразованию. Протяженность провальных воронок, нор, западин колеблется от 0,3 до 7,5 м, глубина - от 0,5 до 3 м. На отдельных участках система

провальных воронок образует цепочку, которая предопределяет зону сдвижения боковых оползней.

Суффозионные процессы протекают на Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Обь-Чумышской озерно-аллювиальной равнине, Предалтайской и Предсалаирской равнинах.

Наиболее интенсивно процессы механического выноса частиц из грунтов протекают в левобережье р. Оби на крутых склонах ее долины от с. Усть-Чарышская Пристань до с. Киприно, где в нижней части склона наблюдается выклинивание подземных вод, приуроченных к слою песков краснодубровской свиты, залегающих в основании этой свиты на контакте с подстилающими их глинами и суглинками кочковской свиты.

Наиболее полно суффозионные процессы изучены на ключевом участке «Барнаул» [3, 31, 34, 67, 89]. Ниже приводится их описание.

На склоне долины Оби выше устья р. Барнаулки преобладают деформации эрозионного типа, обусловленные размывом берега Обью. Здесь суффозионные процессы проявлены слабее, чем в других районах, но их влияние на подготовку новых сдвиговых смещений блоков массивов грунтов заметно (участок ЛОУ «Санаторий «Барнаульский» и др.).

Особенностью Обского склона на территории от устья Барнаулки до ул. Димитрова является то, что он сложен здесь песками надпойменных террас Барнаулки и характеризуется обилием мелких (размером до 15-20 м) современных суффозионных цирков. Интенсивному суффозионному выносу частиц из слоя песков в полосе выклинивания подземных вод способствует также резкое падение паводковых уровней воды и, так называемая «отдача поймы», сопровождающаяся выносом песка и образованием оползневых деформаций.

Суффозионные процессы также интенсивно развиваются и ниже по течению Оби, от бывшей ООО «Овчинно-меховая фабрика» до Барнаульской нефтебазы, обуславливая образование суффозионных оползней. Типичным суффозионным оползнем является оползень на участке Барнаульской нефтебазы. Широко развиты эти процессы также на участке от железнодорожной выемки до завода технического углерода, к примеру, оползень на участке ТЭЦ-2.

Полости «глиняного карста» отмечены на участке пустыря по ул. Поселковая, юго-восточнее домов по ул. Береговая, 1; ул. Гуляева, 59 и др.

За период 1974 - 2018 гг. наблюдениями ООО «Барнаульская оползневая станция» на пустыре ул. Поселковой было отмечено увеличение размеров и глубины подобной системы воронок, их постепенное слияние, обрушение сводов и арок. По мнению специалистов ООО «Барнаульская оползневая станция», такая унаследованность направления развития серии суффозионных провальных воронок, трещин, прогибаний в рельефе свидетельствует о медленной подготовке к смещению крупного оползневого блока с ориентировочным объемом грунта около 2 млн. м³.

Естественные процессы суффозионного выноса осложняются воздействием антропогенных факторов. Возделывание огородов облегчает инфильтрацию атмосферных осадков в грунт. Утечка вод из многочисленных подземных коммуникаций на склонах и присклоновых участках усиливает вынос частиц грунта, образуются полости, ослабляются склоны, формируются суффозионные цирки.

Данные процессы нередко приводят к оползневым срывам грунтовыми масс. Особенно интенсивно выносятся грунты обратной засыпки траншей.

Примером образования подземной полости в лёссах, обусловленной деятельностью человека, служит пещера размером 80 м³ на склоне долины р. Оби, см. рис. 26. Пещера сформировалась в 1977 г. в результате утечек из водовода АО «Барнаульский меланжевый комбинат».

Своеобразные трубчатые полости образуются при прорыве вод из напорных коммуникаций. Так, в 1988 г. произошел прорыв водопроводного коллектора диаметром 400 мм близ склона у дома № 5-а по ул. Кавалерийской. Напорной струей воды был вымыт подземный трубчатый канал диаметром около 0,4 м. Грунты склона оказались водонасыщенными и сползли вниз, уничтожив 3-этажный гараж (см. рис. 25).

В том же году, при прорыве напорного канализационного коллектора № 9, на склоне железнодорожной выемки сформировалась трубчатая полость в лессовых суглинках диаметром 0,5 - 0,6 м и протяженностью 12 м. Дальнейший промыв и обрушение грунтов под опорой эстакадного перехода канализационного коллектора обусловил аварийное состояние объекта.

Недоучет суффозии при строительстве и эксплуатации сооружений, особенно на склонах и присклоновых участках, может привести к ослаблению оснований и вызвать серьезные деформации объектов.

Воздействие суффозионных процессов на массивы лёссов выражается в деградации лёссов и частичного разрушения их.

17. Оврагообразование

Процессы оврагообразования получили довольно широкое развитие на Алтае, за исключением Кулунды – плоской равнины с небольшим врезом долин рек и недостаточным количеством выпадающих осадков. Овраги на этой равнине развиты ограничено и обычно имеют небольшие размеры.

На остальной территории Алтая овраги многочисленны [3, 57, 89, 90]. Они имеются на Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Обь-Чумышской озерно-аллювиальной равнине, Предалтайской и Предсалаирской равнинах.

Овраги приурочиваются к склонам долин рек. Некоторые из них далеко заходят на водоразделы (на 10-20 км), где они ветвятся, образуя отвершки.

Наибольшее развитие овраги получили в левобережье Оби на крутом склоне ее долины от райцентра Усть-Чарышская Пристань до с. Киприно. Этот склон интенсивно изрезан оврагами. Расстояние между ними 100-400 м, а местами 50-100 м.

Развитию оврагов способствуют благоприятные природные условия и инженерно-геологическая обстановка:

-большая высота и крутизна склонов, обуславливающих значительную энергию временных потоков талых и ливневых вод,

-северная и восточная экспозиция левобережного Обского склона, благоприятная для накапливания снежных масс, сдуваемых с плато, наиболее часто случаемых зимой южными и юго-западными ветрами,



Рис. 40. Овраг в Барнауле

-интенсивный характер снеготаяния весной, развитие бурного поверхностного стока при малой инфильтрации из-за наличия неоттаявших грунтов (под слоем оттаявших пород),

-сложение склона лессовыми породами, способными держать крутые стенки в маловлажном состоянии, но легко подвергающимся размыву водными потоками.

Овражной эрозии способствует и деятельность человека:

-уничтожение растительного (дернового) покрова на склоне при распашке земель под огороды, при прокладке коммуникаций и т.д.,

-сброс на склон промышленных и бытовых вод, вызывающих образование промоин,

-утечки вод из коммуникаций, размывающие грунты.

На левобережном склоне Оби, в основном, развиты глубокие, но короткие овраги. Это обусловлено тем, что на плато уклон местности направлен большей частью от бровки плато, а не к ней. Поэтому водосборная площадь оврагов относительно небольшая. А интенсивность роста вершин оврагов в большой мере зависит от количества поступающих талых и дождевых вод, которые и размывают породы склона.

Многие овраги вскрывают водоносные горизонты красnodубровской свиты, в результате чего по дну их текут не временные, а постоянные водотоки, способствующие развитию донной и боковой эрозии. В местах выхода в оврагах

подземных вод иногда наблюдается суффозия с развитием небольших оползней или оползнепроявлений.

Наиболее полно овраги изучены на ключевом участке «**Барнаул**». Здесь они приурочены, в основном, к левобережному склону долины р. Оби, к Приобскому плато, в меньшей степени - к бортам долины р. Барнаулки [3, 89].

На Обском склоне в пределах исследуемой территории можно наметить 3 участка, наиболее подверженных овражной эрозии.

Первый участок находится между АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» и железнодорожной выемкой. Особенно интенсивно здесь развиты овраги между АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» и ТЭЦ-2. Врез оврагов значительный 30 - 80 м, но длина их ограниченная 100 - 600 м. Лишь два оврага, между Туриной горой и АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» (еще в пределах черты города) и овраг вдоль железнодорожной выемки, имеют большую длину 2,2 км и 1,6 км, соответственно. Ширина оврагов (поверху) также небольшая, 70 - 200 м, и лишь овраг за АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» имеет ширину 400 - 500 м.

Многие овраги ветвятся, имея короткие отвершки. Большинство их находится в стадии выработки профиля равновесия. Интенсивная донная эрозия обусловила V - образную форму их в поперечнике. Отдельные овраги находятся в стадии затухания процесса оврагообразования. В нижней их части уклон дна относительно пологий, скорость водных потоков относительно небольшая и здесь происходит отложение принесенного пролювиального материала. Некоторые овраги имеют расширенную среднюю часть (приобретая вид мелкой ложбины), а в устьевой части - суженную горловину.

Овражная сеть развита относительно слабо между ТЭЦ-2 и железнодорожной выемкой, но здесь представляет интерес овраг по ул. Маяковского, который простирается не перпендикулярно склону (как у всех оврагов), а субпараллельно ему. Длина оврага 550 м, ширина (поверху) от 50 до 200 м. Этот овраг в значительной мере засыпан.

Второй участок интенсивного оврагообразования на Обском склоне расположен выше по течению Оби и находится между железнодорожной выемкой и ул. Шевченко. Овраги здесь аналогичны оврагам первого участка, но более короткие (длина 50 - 200 м) и имеют меньший врез (20 - 50 м).

Далее, выше по течению р. Оби, от ул. Шевченко до устья р. Барнаулки, Обской склон сложен песками и оврагообразование не получило развития.

Третий участок Обского склона находится в нагорной части Барнаула, между пер. Присягина и пос. Ерестной.

Водосборная площадь этих оврагов также незначительная ввиду уклона местности в сторону от реки. Поэтому ограничена и длина оврагов, от 100 до 600 м. Но отдельные овраги имеют значительно большую длину. Так, овраг между улицами Поселковой и Кузбассовской протягивается на 1300 м, овраг выше по Оби (в 900 м) имеет длину 1000 м, а овраг у д. Ерестной - 1200 м. Врез оврагов 3-го участка - 30-60 м. Большинство их также находится в стадии выработки профиля равновесия.



Рис. 31. Овраг с отвершками на Приобском плато

В долине Барнаулки процессы оврагообразования на её левом и правом берегах протекали по-разному. В левобережье, где долина широкая и представлена поймой и 3-мя надпойменными террасами, сложенными песками, оврагообразование в пределах черты города проявилось слабо. Но здесь все же сформировались 3 значительных оврага, два из которых (Лог Пивоварка и Сухой Лог) протянулись далеко в пределы Приобского плато. Третий овраг, находящийся у пос. Кирова, прослеживается лишь в пределах 1 и 2 надпойменных террас. Длина его 800 м, глубина небольшая (менее 5 м).

Овраг Лог Пивоварка (долина р. Пивоварки) имеет длину 11 км, доходя по плато почти до АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» (близ Обского склона). На плато от этого оврага отходит ряд узких отвершков, ветвящихся в свою очередь. Из них 2 наиболее протяженных имеют длину 5 и 3 км.

Врез оврага Лог Пивоварка составляет 5-12 м в нижней его части, 15-20 м в средней части и 30-35 м. в вершинной его части. Ширина оврага от 150 до 300 м в нижней части. В средней и верхней части ширина оврага доходит до 700-1000 м. Глубина вреза 2-х основных отвершков небольшая (5-10 м). Борта их крутые.

Сухой Лог имеет длину 8,8 км, протягиваясь до бывшего мехзавода (близ пересечения Павловского тракта и ул. Тракторной). Ширина его небольшая – 50-150 м. Глубина от 10 до 18 м. Борта крутые, местами обрывистые. В пределах плато от оврага отходят многочисленные отвершки длиной 50-650 м. Сухой Лог в значительной степени осложняет строительство.

Площади, занимаемые этими оврагами, значительны: Лога Пивоварки - 970 га (с отвершками), Сухого Лога - 52 га. В целом, большая протяженность оврагов на плато объясняется тем, что оно сложено лессами, имеющими слабые структурные связи в водонасыщенном состоянии и легко поддающимися размыву водными потоками.

На правом берегу Барнаулки оврагообразование получило развитие. Наиболее значительными являются овраги по ул. Аванесовой, Пороховому взвозу (ул. Фомина)

и Пороховому Логу. Окультуренный, закрепленный овраг по ул. Аванесовой имеет длину 300 м при ширине (поверху) до 100 м. Длина оврага по Пороховому взвозу 440 м, по Пороховому Логу - 360 м. Эти овраги имеют более крутые склоны. Ширина их поверху изменяется от 60 до 120 м. В подножье склона эти овраги сливаются. Интересно, что овраг Порохового Лога протягивается параллельно склону долины Барнаулки. Более того, его вершина приближается к склону, ширина водораздела здесь незначительна (30 м).

Небольшой овраг в правобережье Барнаулки по ул. Гуляева близ Обского склона был ликвидирован при отработке профиля левобережного подхода к новому Обскому автомобильному мосту.

Формирование оврагов на территории Барнаула происходит и в настоящее время. Скорость их роста 0,1-1 м в год, иногда до 7-12 м в год. Особенно быстро росли некоторые отвершки Сухого Лога и р. Пивоварки.

В результате развития оврагов уменьшается городская территория, благоприятная для застройки, и часть земель переходит в категорию «неудобных земель». Овраги ослабляют склоны, обуславливая неустойчивость грунтовых масс на склонах и их сползание.

В условиях дефицита городской территории, остро стоит вопрос об ограничении оврагов, прекращении их роста и в дальнейшем - ликвидации оврагов путем засыпки грунтом. Тем более, недопустимо развитие овражной эрозии по причинам антропогенного характера.

Воздействие оврагов на массивы лёссов заключается в уничтожении лёссов: они размываются и превращаются в бесструктурный глинисто-пылевато-песчаный материал, который тальными и дождевыми водами сносится к устью оврагов.

18. Плоскостная эрозия

Явления плоскостного смыва получили развитие на Алтае во всех основных геоморфологических структурах: на Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Обь-Чумышской озерно-аллювиальной равнине, Предалтайской и Предсалаирской равнинах, а также в Кулунде [3, 89]. В последней они получили ограниченное развитие ввиду небольших уклонов местности.

Процессы плоскостного смыва происходят на склонах долин рек и оврагов, а также на склонах территорий увалистого рельефа в пределах Приобского плато, Бийско-Чумышской возвышенности и предгорных равнин.

Особенно интенсивному смыву подвержен левобережный склон долины Оби на всем протяжении от райцентра Усть-Чарышская Пристань до с. Киприно.

На развитие плоскостной эрозии и ее интенсификацию оказывают влияние следующие факторы:

- наличие оголенных, лишенных растительного покрова склонов и откосов,
- рельеф, повышенная крутизна склоновых поверхностей,
- величина водосборных площадей (для крупнотруйчатого плоскостного смыва),
- высота склонов,
- экспозиция склона, благоприятная для накопления снеговых масс,
- количество выпадающих осадков за год, за один дождевой период,
- обуславливающее степень мощности и скорости течения вод,

-наличие легкоразмываемых грунтов (пески, лессы),
-инженерно-хозяйственная деятельность человека, приводящая к нарушению дернового покрова, увеличению крутизны склонов, или наоборот, упорядочивающая поверхностный сток.

Плоскостной смыв интенсивно происходит во время сильных ливневых дождей и в период таяния снега, особенно на крутых незадернованных склонах. Наиболее активно процессы эрозии проходят в верхних и средних частях склонов и бортах оврагов.

Смываемый мелкоструйчатыми потоками материал, перемещаясь вниз по склону, задерживается на неровностях рельефа, на небольших выположенных участках в виде мелких конусообразных выносов, скапливается на днищах оврагов.

В целом, мелкоструйчатый плоскостной смыв способствует сглаживанию неровностей рельефа мелкими фракциями грунта. При дальнейшем развитии плоскостного смыва накапливающийся в тальвегах оврагов материал, насыщенный влагой, перемещается вниз, давая начало грязевым потокам. Эти потоки формируют в устьях оврагов конусы выноса шириной до нескольких десятков метров и мощностью 1-7 м. На других участках подножья склона (вне оврагов) образуется делювиальный шлейф шириной от нескольких метров до 10-20 м и мощностью от долей метра до 1-5 м.

В ходе развития процесса мелкоструйчатый сток переходит в крупноструйчатый, являющийся по существу уже линейным стоком. И, если при мелкоструйчатом стоке наблюдается выравнивание элементов рельефа, то крупноструйчатый сток образует мелкие линейные углубления: борозды, промоины, рытвины, являющиеся зародышами оврагов и способствующие обрушению на склонах отдельных глыб грунта. Если мелкоструйчатый смыв охватывает всю площадь склона, то крупноструйчатый носит унаследованный характер, приурочиваясь к линейным микропонижениям в рельефе.

Масштабы перемещения мелких фракций грунта могут быть значительными даже при одном, но обильном выпадении атмосферных осадков. Так, при сильном ливне 21 июня 1976 года в г. Барнауле, когда выпало около 60 мм осадков, плоскостным смывом был сформирован в основании Обского склона на участке ул. Зеленой слой наносов мощностью до 1 м. Принесенные наносы скапливались с нагорной стороны домов, что вызвало деформации и перекосы некоторых строений.

На усиление процессов плоскостного смыва оказывает влияние инженерно-хозяйственная деятельность человека: проходка выемок, подрезка склонов, рытье канав, траншей. Подобные действия приводят к уничтожению дернового покрова и древесно-кустарниковой растительности.

Так, при прокладке III-IV путей железной дороги Новоалтайск-Барнаул была расширена выемка на левом берегу Оби и при этом недостаточно закреплен склон выемки, в результате чего на отдельных участках склона образовались борозды и промоины.

Другой пример. При проведении противооползневых работ в г. Барнауле в 1975-1977 гг. на участке первого речного водозабора и в 1990-2005 г.г. - на участке нового Обского моста и выше его по Оби работы на откосах и террасах были выполнены с нарушением правил. Не были произведены надвижка почвенного слоя и засев его семенами многолетних трав или задернование поверхностей, не была посажена

древесно-кустарниковая растительность, не сооружены водоотводные лотки с перепадными колодцами и гасителями энергии сточных вод, а также не перехвачены воды, поступающие с плато. Это привело к образованию крупных промоин протяженностью 20 - 30 м, шириной 0,5 - 1,5 м и глубиной 0,1 - 2 м.

Воздействие плоскостного смыва на массивы лёссов – это размыв (разрушение) верхней части обнажающихся на склонах лёссов, превращение их в бесструктурный глинисто-пылевато-песчаный материал, сносимый дождевыми и тальными водами к подножью склона.

19. Морозное пучение грунтов

Как сказано выше, разрез геологических отложений на Алтае венчают лёссы.

Лёссы представлены, в основном, суглинками легкими пылеватыми (число пластичности обычно 8-12, содержание песчаных частиц 15-25%), и супесями пылеватыми (число пластичности 2-7, содержание песчаных частиц 15-20%). Реже встречаются супеси пылеватые с содержанием песчаных частиц 20-25%. Эти грунты в природном состоянии (влажность обычно 0,12-0,17, консистенция, как правило, твердая) обычно не являются пучинистыми, но при замачивании приобретают пучинистые свойства [3, 89, 94-97]. При большой влажности их, близкой к водонасыщению, или в водонасыщенном состоянии суглинки легкие пылеватые и супеси пылеватые по степени пучинистости становятся чрезмерно пучинистыми (V группа, относительное морозное пучение более 10%) и сильнопучинистыми (IV группа, относительное морозное пучение 7-10%).

При застройке территорий, сложенных лёссами, неизбежно происходит их замачивание. Большие утечки вод наблюдаются в промзонах из водосодержащих и водопотребляющих систем. Суглинки и супеси становятся пучинистыми и при естественном насыщении верхнего слоя их водой в осенний период при длительных дождях в конце сентября и в октябре, что характерно для климата Барнаула [3, 89].

Пучение водонасыщенных лёссов начинает проявляться в ноябре при начале промерзания их и достигает максимума в конце марта (иногда, первых числах апреля), когда мощность мерзлых грунтов достигает максимума.

Пучение грунтов - серьезный опасный процесс, не учитываемый в достаточной степени проектировщиками и строителями. В условиях Алтая, где сплошным покровом залегают просадочные лёссы, это явление усугубляется совместным действием при замачивании грунтов и просадки, и пучения.

Так, продолжающиеся в течение 30 лет деформации дома в г. Барнауле по ул. Новороссийской, 8, обязаны не только релаксации просадок, но и пучению водонасыщенных грунтов. Так как грунты замачиваются в неодинаковой степени под зданием и вокруг него, то и сила выпучивания различна на разных частях его, что вызывает напряжение в конструкциях и при превышении сил сопротивления получают деформации зданий (трещины).

Для исключения действия пучения по боковой поверхности фундаментов рекомендуется проводить обратную засыпку из непучинистых грунтов, что на Алтае зачастую не выполняется. Эта засыпка производится нередко грунтом из вскрытого котлована под здание, т.е. лёссовыми суглинками и супесями, являющимися чрезмерно пучинистыми грунтами в замоченном состоянии.

Но еще более опасно промерзание грунтов под фундаментами, что постоянно наблюдается при строительстве в зимний период. При неорганизованном отводе поверхностных вод, грунты под зданием осенью замачиваются и зимой активно идут процессы пучения. Достаточно промерзнуть грунтам под фундаментом на несколько десятков сантиметров, и силы пучения могут поднимать 2-5 этажные здания.

Из-за пучения страдают и инженерные коммуникации. Так, вывод из строя водонесущих систем, в результате пучения замоченных лессовых суглинков, в строящихся микрорайонах Барнаула южнее Павловского тракта в 80-х годах XX в. заставил проектировщиков ООО «Проектный институт Алтайгражданпроект» более внимательно относиться к этому явлению и полностью учитывать его при проектировании.

Должным образом не учитывается пучение грунтов и при строительстве автомобильных дорог. Применение для отсыпки рабочего слоя земляного полотна лессовых суглинков и супесей, являющихся чрезмерно пучинистыми грунтами, чревато разрушением дорожной одежды при замачивании этих грунтов. Примером может служить реконструкция автодороги в г. Барнауле по ул. Юрина в конце 80-х годов, когда на следующий год после завершения строительства, асфальтовое покрытие было взломано пучением грунтов.

Нередко сетуем на плохое качество асфальтобетонной смеси, когда асфальт не выдерживает нормативного срока эксплуатации (что бывает), не замечая, что главная причина ломки его - пучение грунтов. Так, асфальтовое покрытие подходов к мосту через р. Барнаулку по пр. Красноармейскому в г. Барнауле не выдержало нескольких лет эксплуатации (многочисленные выбоины) из-за того, что насыпь подходов была отсыпана из чрезмерно пучинистых суглинков.

Таблица

Бассейны	Количество рек по их длине								Всего по бассейнам и краю	
	менее 10 км		10-100 км		100-500 км		500-1000 км		кол-во	длина км
	кол-во	длина	кол-во	длина	кол-во	длина	кол-во	длина		
Бассейн Оби	15808	26127	685	15080	26	4284	3	2049	16522	47540
Обь-Иртышское междуречье	501	957	59	1485	3	1022	-	-	563	3464
Всего по краю	16309	27084	744	16565	29	5306	3	2049	17085	51004
% от общего количества	95	53	5	33	0	10	0	4	100	100

Суммарный поверхностный сток рек Алтайского края составляет 53,5 км³ в год. В бассейне Оби, занимающем 70% территории края, формируется 53 км³ вод поверхностного стока. В бессточной области Обь-Иртышского междуречья (30% территории) формируется только 0,5 км³ стока.

Питание рек осуществляется за счет атмосферных вод (дождей), талых вод (в том числе и за счет снежников и лежников высокогорья) и грунтовых вод. Значение этих факторов в различных частях края не одинаково. В средне- и высокогорной зонах за счет таяния снегов формируется 50% стока, дождей – 30%, грунтовых вод – 20%. По мере снижения высот местности (низкогорье Алтая), доля дождей уменьшается до 20%, а грунтовых вод увеличивается до 30%. Еще ниже (на Салаире, Предалтайской и Предсалаирской равнинах, Бийско-Чумышской возвышенности и Приобском плато) за счет таяния сезонных снегов формируется 60-80% стока, дождей - 5-15%, грунтовых вод – 15-25%. В бессточной части края доля снегов 90-100%, дождей - 2-3%, грунтовых вод – 5-7%.

Основной фазой водного режима рек является половодье. На горных реках оно происходит в весенне-летнее время, на равнинных – весной. В половодье осуществляется большая часть стока, а для рек Кулунды – весь сток.

Отмечается 3 типа водного режима рек края: реки с весенне-летним половодьем, реки с весенне-летним половодьем и дождевыми паводками в теплое время года и реки с весенним половодьем.

Для рек среднегорной территории половодье весенне-летнее, в значительной мере за счет таяния снежников и сезонных снегов, с частыми дождевыми паводками. Подъем уровня воды начинается в апреле, максимальные уровни отмечаются в июне, реже в конце мая или в начале июля. Спад половодья заканчивается в августе. Высота поема уровней 2-4 м. Продолжительность половодья 110-130 дней.

Для рек низкогорья характерно многопиковое весеннее половодье с дождевыми паводками в теплый период года. Половодье начинается в первой декаде апреля, максимальные уровни наблюдаются в конце апреля-середине мая, заканчивается в середине-конце июня. Уровни поднимаются на 3-5 м. Продолжительность половодья на малых реках составляет 2-2,5 месяцев, на средних реках – 3-3,5 месяца. Большая часть паводков наблюдается в начале лета и осенью.

Для рек предгорий Алтая и Салаира, Бийско-Чумышской возвышенности половодье начинается в конце марта-начале апреля и продолжается до середины-конца мая. Продолжительность его 2-2,5 месяца. В период половодья проходит 70-80% стока. Подъем уровней 3-3,5 м, в многоводные годы 4-5 м. Паводки отмечаются в июне и октябре.

Для рек равнинной части края характерно короткое весеннее половодье со стоком 80-100% от годового объема. Начинается оно в первой декаде апреля и заканчивается в конце мая-начале июня, а на временных водотоках в конце апреля. Чаще половодье проходит одной волной с высотой поднятия уровня 2-4 м.

После половодья в Кулунде реки обычно пересыхают, за исключением Бурлы, Кулунды и Кучука.

После половодья на реках Алтая устанавливается летне-осенняя межень с дождевыми паводками. Продолжительность ее в реках среднегорья 30-50 дней, в реках низкогорья 100-120 дней, в реках предгорья и равнинных реках порядка 150 дней.

20. Затопление территорий (наводнения)

Весной наблюдаются наводнения на всех реках Алтайского края.

Основной фазой водного режима рек является половодье. В половодье осуществляется большая часть стока, а для рек Кулунды – весь сток [91].

Отмечается 3 типа водного режима рек края: реки с весенне-летним половодьем, реки с весенне-летним половодьем и дождевыми паводками в теплое время года и реки с весенним половодьем.

Для рек среднегорной территории половодье весенне-летнее, в значительной мере за счет таяния снежников и сезонных снегов, с частыми дождевыми паводками. Подъем уровня воды начинается в апреле, максимальные уровни отмечаются в июне, реже в конце мая или в начале июля. Спад половодья заканчивается в августе. Высота подъема уровней 2-4 м. Продолжительность половодья 110-130 дней.

Для рек низкогорья характерно многопиковое весеннее половодье с дождевыми паводками в теплый период года. Половодье начинается в первой декаде апреля, максимальные уровни наблюдаются в конце апреля-середине мая, заканчивается в середине-конце июня. Уровни поднимаются на 3-5 м. Продолжительность половодья на малых реках составляет 2-2,5 месяцев, на средних реках – 3-3,5 месяца. Большая часть паводков наблюдается в начале лета и осенью.

Для рек предгорий Алтая и Салаира, Бийско-Чумышской возвышенности половодье начинается в конце марта-начале апреля и продолжается до середины-конца мая. Продолжительность его 2-2,5 месяца. В период половодья проходит 70-80% стока. Подъем уровней 3-3,5 м, в многоводные годы 4-5 м. Паводки отмечаются в июне и октябре.

Для малых и средних рек равнинной части края характерно короткое весеннее половодье со стоком 80-100% от годового объема. Начинается оно в первой декаде апреля и заканчивается в конце мая-начале июня, а на временных водотоках в конце апреля. Чаще половодье проходит одной волной с высотой поднятия уровня 2-4 м.

После половодья в Кулунде реки обычно пересыхают, за исключением Бурлы, Кулунды и Кучука.

Высота подъема уровней воды различная: на малых реках 1,0-3,0 м, на средних реках 2-4 м.

Наводнения обычно проходят одной волной в мае-июне месяцев.

На больших реках (Обь, Бия, Катунь, Алей, Чарыш) в значительной мере питающихся талыми снеговыми и ледниковыми водами, стекающими с гор Алтая, наводнения нередко проходят двумя волнами, а иногда 3-4 волнами. Сроки наводнений на крупных реках: начинаются в середине апреля, растягиваются до конца июля, иногда захватывая и август, то-есть, до начала осенней межени. Высота подъема уровней воды 4-7 м.

Низкие поймы затопляются почти ежегодно. Высокие поймы затопляются в экстремальные годы, за столетие 15-25 раз. Глубина затопления поймы составляла 1-1,5 м, в многоводные годы 2-3 м.

После половодья на реках Алтая устанавливается летне-осенняя межень с дождевыми паводками.

Ход и характер наводнений удобно рассмотреть на хорошо изученном ключевом участке «Барнаул».

Часть территории г. Барнаула, расположенная на поймах Оби и Барнаулки, подвергается наводнениям [3, 57, 89, 91].

К ним относятся и застроенные территории: пос. Затон (на правобережной пойме Оби и острове Шубинском), пос. Ильича (на левобережной пойме Оби) и территории в приустьевой части левобережной поймы Барнаулки (улицы Чехова, Луговая, Мало-Тобольская, Центральный рынок, парк Центрального района).

Отметки поймы Оби в основном 133-134 м. Отдельные понижения имеют отметки 132–133 м, некоторые повышенные места 134–135,5 м.

Затопление поймы Оби начинается при подъеме уровня воды до 500 см над нулем водомерного поста (127,89 см), то есть при поднятии его до отметки 132,9 м. Но поступление воды в пониженные места поймы, старицы и озера начинается еще ранее – при уровне воды в Оби в 400 см над уровнем водомерного поста.

Затопление поселка Ильича и поселка Затон начинается при уровне воды в Оби 540–550 см, а приустьевой части Барнаулки – 600 см. Критическим уровнем считается 540 см над нулем водомерного поста (режим повышенной готовности МЧС).



Рис. 42. Наводнение в Бийске

В многоводные годы глубина затопления поймы составляла 2–3 м.

Начиная с 1893 г. (когда начали вести гидрометрические наблюдения) по 2019 г. пойма Оби у Барнаула затапливалась 93 раза. Средняя продолжительность наводнений – около месяца.

Уровень воды выше 600 см отмечался 34 года, а выше 700 см – 3 года. Средний многолетний высший уровень половодий составляет 570 см над нулем водомерного поста.

В табл. 18 приводятся экстремальные уровни воды в Оби за 127 лет.

Таблица 18

Экстремальные уровни воды р. Оби у Барнаула

Годы	1937	1969	1928	2014	1936	1941	1929	1925	1966	2001	2010	1927	1993
Высший уровень над «0» графика, см	763	737	707	698	693	677	676	658	652	651	643	642	633

Наивысший уровень вод Оби за весь период наблюдений составил 763 см над нулем водомерного поста, или 135,52 м абс.

Сроки половодий приведены в табл. 19.

Таблица 19

Сроки половодий р. Оби у г. Барнаула

	Раннее	Среднее	Позднее
Начало половодья	06.03	06.04	21.04
Прохождение максимума	13.04	19.05	16.08
Окончание половодья	19.06	31.07	11.09

Наиболее значимые половодья:

1. 1793 г. Первое крупное наводнение в истории Барнаула. 3 мая вода прорвала земляную насыпь и хлынула в Госпитальную линию (сейчас проспект Красноармейский). Барнаульский сереброплавильный завод был остановлен. Затоплены сотни домов. Около 10 домов было смыто или разрушено.

2. 1937 г. Самое высокое половодье. 16 мая 1937 г. уровень воды достиг 763 см над нулем графика водомерного поста. Затоплены приустьевая территория Барнаулки (в том числе старый базар и Центральный парк), поселки Затон и Ильича.

3. 1969 г. Второе по высоте наводнение за годы наблюдений: уровень воды достиг 737 см. Затоплена почти такая же территория, как при наводнении 1937 г.

4. 2014 г. Уровень воды составил 698 см над нулем графика водомерного поста, а в пос. Затон – 745 см.

В долине Барнаулки в черте города пойма сохранилась лишь фрагментарно. На большей части поймы отметки её поверхности подняты при отсыпке грунтов сереброплавильным заводом и позднее при сооружении мостового перехода через р. Обь.

При отсутствии плотины «Лесного пруда» пойма Барнаулки затапливалась выше проспекта Красноармейского не каждый год и всего на несколько дней – в апреле. Затопление приустьевой части долины Барнаулки обеспечивается только подпором вод Оби, уровень которых превышает уровни Барнаулки при одинаковой обеспеченности половодья. В приустьевой части Барнаулки расчетный уровень высоких вод 1 % обеспеченности подпорного характера равен 135,9 м. До этой отметки и затапливается долина Барнаулки.

Затопляемые участки долины Барнаулки являются её высокой поймой (отметки 135–136 м). Они подвержены затоплению лишь несколько раз в столетие, во время экстремальных половодий р. Оби, когда уровень высоких вод превышает 6,5–7,5 м над нулем водомерного поста.

Ущерб, наносимый наводнениями, значителен: гибнет имущество в жилых домах, магазинах, общественных зданиях и складах, гибнут скотина и посадки в огородах, нарушается нормальная жизнедеятельность в затопленных районах, отрицательное воздействие понесенных убытков сказывается на психике людей. Общие убытки при наводнении оцениваются в десятки и сотни миллионов рублей.

Как и на Оби высокие уровни подъема воды при наводнениях, 5-7 м, отмечаются на Катуни и Бии.

21. Русловые процессы

Русловые процессы обязаны эрозионно-аккумулятивной деятельности вод рек. Преобразующие действия происходят в руслах рек, на поймах и островах [3, 89, 91]. Реки, особенно протекающие в горной местности и большие реки на равнинах, характеризуются значительными стоками наносов, приводящих к переформированию русла и островов. Процессы донной эрозии и аккумуляции особенно интенсивно протекают в периоды половодий и паводков. Так, норма стока взвешенных наносов Оби в районе Барнаула составляет 260 кг/сек., а в паводок он увеличивается до 2000–2800 кг/сек. Сток донных наносов ориентировочно составляет 20–30 % от расхода взвешенных наносов.

Сток наносов обуславливает смещение крупных песчаных скоплений, меняя очертания и местоположение кос, островков, отмелей, донный размыв отдельных участков русла, размыв поймы и осаждение осадков твердых наносов на других участках.

На переформирование русел рек оказывает влияние хозяйственная деятельность человека: сооружение мостов, создание на поймах глухих высоких насыпей авто- и железных дорог, проведение берегоукрепительных работ, создание причалов и других инженерных сооружений.

Русловые процессы обычно развиваются по типу незавершенного меандрирования: излучины реки не достигают стадии петли, когда происходит спрямление русла.

В процессе переформирования русла происходят деформации русловых макро-, мезо- и микроформ.

К макроформам относят речные излучины с прилегающими участками пойм.

К мезоформам относятся осередки и острова Мезоформы на начальных стадиях развития представляют собой скопления наносов, обнажающихся в межень (косы, осередки). Для этих незакрепленных растительностью песков характерны высокие скорости плановых деформаций: от десятков метров в год до 100–400 м/год. В дальнейшем мезоформы зарастают, и их деформации становятся значительно меньше: от нескольких метров до нескольких десятков

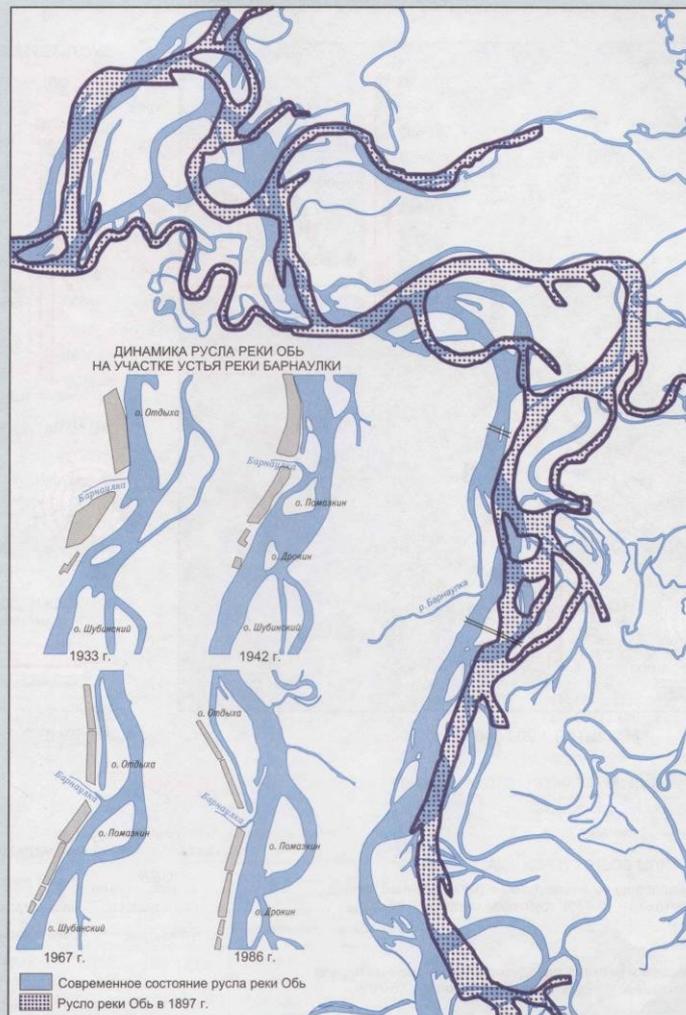
метров в год.

Русловые микроформы - это донными грядами, имеющими высоту около половины метра и длину первые десятки метров.

Развитие русловых процессов детально изучено на ключевом участке «Барнаул», поэтому резонно рассмотреть их на указанном участке.

В районе Барнаула сформировались следующие макроформы: Ерестинская, Нижнеерестинская, Верхнебарнаульская, Нижнебарнаульская, Мягчихинская, Болдинская, Праховская и Рыбацкая излучины. Смещение берегов их за 100-летний период 1897–1998 гг. составило, соответственно, 15, 8, 2, 0, 17, 12, 15 и 15 м в год. На рис. показано положение излучин в 1897 г. и в современный период, а также динамика положения русла Оби на участке устья Барнаулки в 1933, 1942, 1967 и 1987 года.

ДЕФОРМАЦИЯ РУСЛА РЕКИ ОБЬ



РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБИ В РАЙОНЕ БАРНАУЛА

Русловые процессы реки Обь в районе г. Барнаула отличаются значительной спецификой и сложностью протекания. Одной из основных особенностей является высокая интенсивность деформаций русла, как высотных, так и плановых. Эта характерная черта обусловлена как естественными факторами русловых процессов (уклоны водной поверхности, состав прорезаемых рекой отложений и донных наносов, гидрологические особенности водного режима), так и антропогенными (разработка пойменных и русловых карьеров, дноуглубительные работы, строительство инженерных сооружений в русле и на берегах реки, возведение берегоукреплений).

Преобладающим типом русла р. Оби в районе г. Барнаула являются свободные излучины, развивающиеся в условиях широкой поймы. Они чередуются с вынужденными и адаптированными излучинами, сопряженными с относительно прямолинейными участками русла. Эти типы русла формируются в условиях ограниченных плановых деформаций вблизи коренного берега, сложенного трудноразмываемыми породами.

Максимальные плановые деформации русла реки характерны для свободных излучин. Вогнутые берега некоторых излучин могут разрушаться со скоростью до 45–60 м/год, средняя скорость размыва берега составляет 12–20 м/год. Размах высотных деформаций русла достигает 5–12 м/год.

Столь высокая интенсивность русловых процессов обуславливает возможность крупных переформирований русла

за относительно короткие промежутки времени. Совмещение современного положения русла р. Оби с картографическими материалами конца XIX в. свидетельствует о весьма существенном изменении конфигурации русла за этот период. Происходили спрямления как отдельных крутых излучин, так и их серий, формирование новых протоков и заиление староречий. В конце XIX века на отдельных участках русло располагалось в центральной или правобережной частях дна долины, в дальнейшем постепенно смещалось к левому коренному берегу. Этапы развития русла реки зафиксированы в рельефе современной поймы и существовании отмирающих рукавов.

Представление об интенсивности развития русловых процессов на р. Оби в районе г. Барнаула позволяет получить анализ динамики русла реки на участке устья р. Барнаулки за период 1933–1986 гг. Немногим более чем за 50 лет из отделившихся от берега песчаных побочной сформировались два крупных острова Помазкин и Отдыха, площади каждого из которых в настоящее время превышают 2,2 км². За этот период образовалось и отмерло несколько протоков и крупных рукавов, сформировалось две излучины, одна из которых спрямилась.

Современные исследования русловых процессов р. Оби в районе г. Барнаула показывают, что значительно увеличившаяся в последние десятилетия антропогенная нагрузка на долину реки оказывает все возрастающее влияние на динамику русла, вплоть до смены типа руслового процесса.

Рис. 43. Русловые процессы на р. Оби

Основными мезоформами Оби на участке Барнаула в XX в. являлись острова Ерестнинский, Шубинский, Дрокин, Помазкин, Отдыха, Большой Болдинский, Малый Болдинский, Шадрино.

Русловые микроформы на Оби представлены многочисленными донными грядами, имеющими высоту в среднем 0,5 м и длину 20–30 м. Скорости

сползания гряд составляют несколько метров в сутки.

За период существования Барнаула имели место значительные переформирования русла реки.

В середине XVIII в. (карты 1744 и 1757 гг.) основное русло Оби располагалось значительно правее современного положения. Барнаулка ниже пруда была очень извилистой, образуя три старицы. Она впадала не в Обь, как сейчас, а в протоку Оби шириной 0,2–0,3 версты. Эта протока ответвлялась от Оби в 0,9 версты выше Барнаулки и соединялась с Обью в 1,6 версты ниже устья Барнаулки. Протока по местоположению примерно соответствовала нынешнему Ковшу, но находилась несколько восточнее.

Ниже устья Барнаулки, вдоль обрывистого склона параллельно вышеописанной протоке, но западнее ее, прослеживалось старое русло Барнаулки, в 1757 г. представлявшее собой длинный узкий залив рассмотренной выше протоки Оби. Ширина отмершего русла Барнаулки – 0,01–0,02 версты.

Основное русло Оби на участке нынешнего Нагорного парка прослеживалось вдоль подножья крутого склона, как и в настоящее время. Но ниже и выше этого участка его положение было совсем иным.

На участке современного речного вокзала Обь круто, под углом 80°, поворачивала на восток, потом на север и затем на запад, образуя большую полупетлю. Между основным руслом Оби и вышеназванной протокой был крупный остров (прообраз нынешнего острова Отдыха, но значительно шире него) длиной 2,5 версты и шириной 1,2–1,6 версты. Часть острова, прилегающая к протоке, шириной 0,7–0,9 версты, была залесена, а восточная его часть являлась песчаной косой. Ширина основного русла Оби была равной 0,3–0,4 версты.

Выше (по течению) нынешнего Нагорного парка основное русло Оби отходило от крутого коренного склона на 0,7–2 версты и проходило по современной Бобровской протоке. Здесь между руслом Оби и крутым склоном было два острова и широкая (0,6–1,5 версты) заросшая пойма.

Таким образом, положение основного русла и островов Оби в 1757 г. значительно отличалось от нынешних их очертаний.

В последующие 2,5 столетия гидрографическая сеть сильно менялась. Основное русло Оби то вплотную подходило к крутому левому берегу (занимая ниже устья Барнаулки ложе Ковша, но в более широком виде), то отходило от него (формируя у левого берега выше устья Барнаулки пойменные участки Порт-Артур, Сахалин и др.).

В конце XIX века (первая лоцманская карта 1897 г.) основное русло Оби в районе устья Барнаулки находилось уже непосредственно у левого берега. Правобережная пойма дробилась протоками и речками (Бобровка, Талая, Лапа) на крупные острова: Малый Казенный, Верхний Лапинский и Лапинский.

Сооружение железнодорожного моста через Обь в 1915 г. с дамбой через всю пойму зафиксировало в том месте основное русло, не позволив ему отходить от левого коренного берега.

В период 1915–1925 гг. правые протоки Лапинских островов стали

заноситься наносами и отмирать, а Лапинские острова начали объединяться и причленяться к правому пойменному берегу.



Рис. 44. Русловые процессы. Река Обь формирует острова и косы.

Фото К. Абросимова

В 1926–1935 гг. в основном русле у левого берега выше устья Барнаулки началось формирование крупного скопления наносов. На правом берегу происходит интенсивный размыв причленившихся к пойме островов Лапинских и Малого Казенного.

К 1942 г. основное русло на участке Барнаулки отходит от левого берега, и начинает формироваться остров Отдыха (протока у берега здесь была перекрыта с целью создания Ковша).

С 1942 по 1989 г. Солдатовская протока у левого берега, постепенно развиваясь, превратилась в основное русло, то - есть произошло спрямление русла. Правая протока стала отмирать, пока не была перекрыта в 1990 г. при строительстве нового Обского автомобильного моста выше устья Барнаулки, что зафиксировало русло Оби и в этом месте.

Мезоформы за истекшее столетие претерпели значительные изменения. Так, площадь острова Помазкин при отметке горизонта воды 129 м в 1943 г. составляла 524 тыс. м², в 1960 г. 1810 тыс. м², в 1967 г. 745 тыс. м², в 1981 г. 2324 тыс. м². Этот остров зарос кустарником, и в дальнейшем его площадь существенно не менялась. С возведением дамбы нового моста он превратился в полуостров.

Остров Дрокина отмечается на картах 1933 и 1942 гг., но на карте 1967 г. его нет, он слился с островом Шубинским. На картах 80-х годов и более поздних он снова существует.

Несмотря на ликвидацию левой протоки, остров Отдыха (фактически полуостров) во второй половине XX в. продолжал расти. В 1951 г. его площадь

составляла 1190 тыс. м² (при отметке горизонта воды 129 м), а к концу века – 2200 тыс. м². Он также зарос деревьями и кустарником.

Таким же большим плановым изменениям подверглись другие участки Оби у Барнаула.

Значительны и высотные деформации русла.

Так, активный донный размыв в 70-х годах XX в. происходил вблизи левого берега у железнодорожного моста, где глубина реки достигла 15–18 м и создалась угроза устойчивости промежуточной опоры моста. Донный размыв происходил и у левого берега – в районе Нагорного парка.

Как отмечено выше, на интенсивный ход переформирования русла Оби в XX в. оказала влияние хозяйственная деятельность человека и, в первую очередь, сооружение трех мостов через р. Обь, а также проведение берегоукрепительных работ на левом берегу, создание причалов и других инженерных сооружений.

В частности, при строительстве мостов были перекрыты поймы, уменьшилось живое сечение русла (при возведении нового автомобильного моста была перекрыта отмирающая правая протока), что привело к формированию подмостовых ям и повышению уровня высоких вод от 1 % до 17 % обеспеченности. Эти меры позволили зафиксировать русло, увеличить устойчивость берегов к размыву.

О размере размыва подмостовой ямы в створе нового Обского моста можно судить по следующим цифрам. Отметки дна русла до строительства моста были 123–125 м. После начала строительства (возведения глухой насыпи правобережного подхода) отметки начали уменьшаться и составили в октябре 1990 г. 120 м, а в июне 1993 г. 117,6 м. Размыв составил порядка 6 м. Затем отметки дна русла стали постепенно повышаться и в 1999 г. достигли 118,6 м.

Как видно, плановые и высотные деформации русла Оби значительны, и обусловлены они большим расходом воды, высокой скоростью течения вод, значительным объемом стока наносов и другими природными, а также и антропогенными факторами.

Иная картина складывалась в долине реки Барнаулки. Русло реки канализовано, закреплено бетонными плитами от проспекта Красноармейского до устья, и на этой территории не наблюдается плановых деформаций. Выше проспекта Красноармейского значительных деформаций также не отмечается, так как расход вод зарегулирован плотиной пруда. До создания пруда в отдельные периоды наблюдались размывы поймы выше моста по пр. Красноармейскому. Так, на участке складов гормолзавода за 11 лет (1961–1972 гг.) правый берег был размыв на 65 м (средняя скорость размыва – 6 м в год).

Итак, русловые процессы существенно деформируют русла: постоянно изменяют оертания берегов рек, обуславливают ее изгибы, появление новых островов, кос и исчезновение старых.

Размывы берегов как одна из форм проявлений русловых процессов, достигающих часто экстремальных значений и представляющих

значительную угрозу для населенных пунктов и хозяйственных объектов в пределах приречных территорий, как и русловой режим средней Оби, практически не изучены. В статье дается анализ размыва берегов на широтном участке средней Оби на фоне распространения различных морфодинамических типов русла. На основе данных дистанционного зондирования Земли за разные временные интервалы были получены значения скоростей и протяженности размыва берегов, определены основные параметры излучин русла и излучин рукавов. Показано, что темпы размыва зависят от степени развитости излучин русла, излучин основных рукавов раздвоенного русла и рукавов разветвлений, причем эта зависимость проявляется только для развитых и крутых излучин. У пологих излучин русла и изгибов потока возле островов скорости размыва берегов зависят от местных условий. Увеличение радиуса кривизны русла приводит к удлинению фронта размыва и снижению скорости отступления берегов. Выявлены закономерные соотношения между скоростями размыва, протяженностью фронта размыва берегов и параметрами излучин русла, основных рукавов раздвоенного русла и рукавов разветвлений как на всем широтном участке реки, так и в пределах его отдельных частей (морфологически однородных участков), выделяемых по ответвлениям от реки рукавов раздвоенного русла. Установлено, что определяющим фактором размыва берегов на широтном участке средней Оби является степень извилистости русла. Вместе с тем отвлечение стока в рукава раздвоенного русла не оказывает существенного влияния на размыв берегов, поскольку сопоставимо с затоплением поймы во время половодья.

22. Размыв и переработка берегов

Процесс разрушения речной эрозией берегов рек интенсивно проходит на реках Алтайского края, часто достигая экстремальных значений и представляющих значительную угрозу для населенных пунктов и хозяйственных объектов в пределах приречных территорий [3, 5, 41, 57, 85, 89].. В основном, он обязан четырем причинам:

- силе Кориолиса,
- степени развитости излучинам рек, где возникают благоприятные условия для размыва берегов,

- повышение уровня и скорости течения вод в половодье,

- инженерно-хозяйственная деятельность человека.

Другие факторы менее важны:

- волнобойные процессы, во время штормов на реках нередко возникают волны высотой до 0,3–0,5 м, которые силой своего удара размывают основание склона,

- разрушительная деятельность ледоходов (динамическое воздействие льда на берега).

- переменное изменение уровня вод (повышение – понижение) рек,

Сила Кориолиса — одна из сил инерции, используемая при рассмотрении движения материальной точки относительно вращающейся системы отсчёта. Добавление силы Кориолиса к действующим на материальную точку физическим силам позволяет учесть влияние вращения системы отсчёта на такое движение.

Феномен назван по имени французского учёного Гаспара-Гюстава де Кориолиса, впервые описавшего его (1835 г.).

В природе действие силы Кориолиса связано с суточным вращением Земли и является глобальным, планетарным явлением. В Северном полушарии приложенная к движущемуся объекту - воде рек сила Кориолиса стремится сместить воду рек направо, если смотреть со стороны все северного полюса.. Поэтому берега рек, текущих с севера на юг, и левые берега рек, текущих с юга на запад, подвергнутых этой силе, подмываются и являются более крутыми и высокими. К примеру, берега Волги, Днепра. Оби и Книсея.

Небезинтересно узнать, какова величина смещения русла рек при воздействии силы Кориолиса. Рассмотрим это на примере реки Обь на отрезке ее от слияния Катунь и Бии до Барнаула. Ширина долины Оби у села Калистратиха 50 км, у Барнаула 28 км. Считается, что современная гидросеть сформировалась 300 тыс. лет назад. В то время русло Пра-Оби находилось на левой стороне современной долины Оби. С Пра-Обью связывается генезис осадков монастырской и большереченской свит. За 300 тыс. лет русло Оби переместилось в районе Калистратихи на 50 км, а у Барнаула на 28 км. Среднегодовое смещение русла Оби составило у Калистратихи 0,17 м, у Барнаула – 0,09 м.

По данным доктора геолого-минералогических наук Е.В. Третьякова разрушение берега у Барнаула идет со скоростью 0,5 м в год (1967 г.). Этой же цифре придерживаются сотрудники Оползневой станции.

А.Я. Швецов, сопоставив карты XVIII-XX веков, определил скорость разрушения левого берега Оби в Барнауле равной 0,15-0,20 м в год (2004 г.). Результат довольно надежный, так как исследован значительный временной период в 250 лет.

Как видим, данные скорости разрушения берега одного порядка. Они небольшие, но большой срок действия сил Кориолиса обусловил ошеломляющий эффект смещения русла, на 28-50 км.

Рассмотрим вторую причину разрушения берегов. Определяющим фактором размыва берегов является степень извилистости русла - коэффициент извилистости рек f . Большинство больших и средних рек Алтайского края являются слабо извилистыми (f от 1,2 до 1,6): Катунь. Каменка, Ануй, Касмала, Большая Речка, Петровка. Чемровка, Бия. Извилистым (f от 1,6 до 1,8) является Чумыш, очень сильно извилистым ($f > 1,8$) – Алей, очень слабо извилистыми ($f < 1,2$) - Обь и Барнаулка [3].

Размыв берегов это сочетание обрушения грунтовых масс, слагающих береговой откос, в реку и перенос обрушившегося материала потоком. Процесс

обрушения определяется свойствами грунта (его плотностью, удельным сцеплением и углом внутреннего трения) и морфологией откоса (высота, угол наклона). f

Интенсивность размыва зависит от угла подхода стрежня потока к берегу: чем он больше, тем больше скорость размыва. В прямолинейном русле стержень потока располагается в его центральной части, к берегам скорость потока снижается. В этих условиях берега не размываются.

При искривлении стрежня происходит схождение струй потока возле берега. Здесь образуется местное увеличение скорости потока из-за его сжатия при набегании на берег. Это обуславливает размыв берега и формирование крутого, часто вертикального откоса, а также размыв дна русла (его углубление у основания крутого откоса).

Придонные слои воды, наиболее насыщенные наносами, перемещаются от размываемого берега к противоположному, где они формируют прирусловую отмель, способствующую еще большему сжатию потока.

Процесс обрушения целиком зависит от скорости потока. Начало процесса отступления берега часто связано с размывом основания откоса водным потоком. Особенно интенсивно размывается дно русла в основании берега в половодье, когда энергия потока наибольшая. А также в том случае, если основание берега сложено несвязным относительно мелким материалом (пески, супеси, суглинки).. При врезании понижаются отметки дна русла и увеличиваются высоты берегового откоса. Одновременно с повышением уровня воды происходит насыщение грунта водой в результате фильтрации со стороны реки, Вес грунта увеличивается, уменьшается удельное сцепление и угол внутреннего трения. В результате устойчивость грунта на откосе нарушается, и массив грунта обрушается в виде плоского оползания насыщенных водой блоков, смещения их по сферическим плоскостям, жидкого течения водонасыщенного материала и суффозионного выноса его.

Грунт, поступивший к основанию берега, выносится потоком воды, и условия для дальнейшего отступления берега обновляются. С течением времени берег стабилизируется, если уноса материала, отложившегося у основания берега, не происходит вследствие ослабления энергии потока. Профиль берега обретает крутую прибрежную часть и более пологие среднюю и нижнюю части. С течением времени пологая средняя часть увеличивается.

. Увеличение радиуса кривизны русла приводит к удлинению фронта размыва и снижению скорости отступления берегов.

Влияние хозяйственной деятельности человека на разрушение речных берегов — это непосредственное механическое нарушение приречной территории (строительство, прокладка коммуникаций), увеличение нагрузки на поверхность, а также такие искусственные изменения гидрологического режима реки, морфологии и динамики русла, которые способствуют усилению горизонтальных деформаций.

Наиболее значительное влияние на русло реки, ее берега и приречные территории оказывает регулирование русла, создание мостов, плотин и водохранилищ, русловые карьеры по добыче песков.

В селе Сростки Катунь изменила русло и размывает берег.

В селе Рассказиха обрушился берег Оби.

Развитие процессов размыва берегов рек в пределах г. Барнаула обусловлено значительным врезом Оби и большой высотой берегов (50–110 м), относительно легкой размываемостью пород, слагающих берега (пески, лёссовидные суглинки и супеси), большой скоростью течения вод (2–3 м/с), повышенным уклоном водной поверхности Оби (0,7%), увеличением водности Оби во время весенних половодий и летних паводков до 6000–7000 м³/с. На данный процесс большое влияние оказывают также стеснение русла при строительстве мостов и полное перекрытие правобережной поймы глухими насыпями подходов к мостам.



Рис. 465 Река Обь размывает берег. Фото С. Водяницкого

Основные факторы размыва берегов Оби – действие течения вод, волнобойные процессы (во время штормов на Оби нередко возникают волны высотой до 0,3–0,5 м, которые силой своего удара размывают основание склона) и разрушительная деятельность ледоходов (динамическое воздействие льда).

На Барнаулке главным фактором размыва берегов является действие быстрого течения вод во время половодья.

Размыв коренного берега Оби на левом берегу происходит на участках, где отсутствует пойма и русло реки непосредственно контактирует со склоном долины: от пос. Ерестной до устья Барнаулки, от нефтебазы до железнодорожного моста, протяженность этих участков 5 км.

На тех участках, где коренной берег отделяется от русла поймой, он размывается слабо и лишь в периоды высоких паводков редкой повторяемости (3–5 раз в столетие). На левобережье Оби наибольшему

размыву подвержен участок склона выше устья Барнаулки, протяженностью 2,5–3 км. Здесь ежегодно происходят подмывание коренного берега и его обрушение, снос обрушившихся оползневых тел, что обуславливает большую крутизну склона и активизацию оползневых процессов (см. рис. 37, 38).

В результате разрушения коренного берега на этом участке сокращена площадь Нагорного парка, обрушены частные дома и садовые участки.

Выполненные противооползневые и берегоукрепительные работы на участке Нагорного парка в значительной мере снизят опасность разрушения берегов.

Ниже железнодорожного моста, на левом берегу реки, происходит интенсивный размыв поймы. Подобный же размыв поймы происходит и на правом берегу Оби: от нового автомобильного моста до железнодорожного моста, а также острова Шубинского. Размыв местами идет очень интенсивно, достигая величин 25 м в год на участке перехода высоковольтной ЛЭП 220 кВ «Новоалтайск – Власиха». В частности, в 1987–1988 гг. было подмыто основание опоры ЛЭП, и потребовалось укрепление опоры и берега выше её по течению.

Размыв берегов р. Барнаулки происходит в половодья. Так, в сооруженной набережной от пр. Красноармейского до устья в период высокого стояния вод происходит вымыв грунта под бетонными плитами и за ними, в результате чего порядка 50 плит были перекошены и разломаны (см. рис. 39).

Проблема защиты от эрозионной деятельности Оби является актуальной, так как она связана с устойчивостью зданий и сооружений, находящихся на бровке Приобского плато. В настоящее время непосредственная опасность обрушения существует для жилых домов по ул. Поселковая, Тачалова, Кузбассовская, для садовых домиков ряда садоводств и др.

Необходимо выполнить берегоукрепление (сооружение бетонной набережной) по всему берегу, где воды Оби контактируют с коренным левым берегом (5 км). Пока же такая набережная имеется лишь у речного вокзала и выше нового Обского моста (см. рис. 11).

23. Воздействие деятельности человека на опасные природные процессы

Антропогенное воздействие имеет, как негативный характер, активизируя развитие опасных природных процессов (ОПП), так и позитивный, предупреждая, уменьшая или прекращая развитие отдельных ОПП на тех или иных участках [3, 30, 31, 34, 57, 58, 76, 77, 81, 86, 88, 89]. Ниже рассматривается это воздействие на отдельные компоненты ОПП.

Оползнеобразование. Активное воздействие на развитие оползневых процессов оказывают следующие причины, вызванные деятельностью человека:

- вывод на склон и прибровочную полосу водоводов, золопроводов, канализационных коллекторов, утечки из которых обуславливают увлажнение грунтов,
- неправильная планировка территории при ее застройке, не обеспечивающая организацию стока атмосферных вод,

-застройка площадей непосредственно у бровки обрывистого склона, -загрузка склонов отвалами технического производства.

Основной причиной антропогенного характера, вызывающей развитие оползневых процессов, является дополнительное увлажнение грунтов. В последние 75 лет на ключевом участке «**Барнаул**» была застроена заводами оползнеопасная прирвовочная полоса Приобского плато длиной 12 км на северо-восточной окраине города. В настоящее время на территории всех этих заводов, в результате утечки производственных вод, сформировались зоны замоченных грунтов.

Насыщение водой грунтов склона и присклоновых территорий увеличивает их массу, т.е. повышает сдвигающее усилие. В то же время водонасыщение грунтов снижает их структурную прочность, тем самым уменьшает силы сопротивления сдвигу, способствуя оползнеобразованию.

Застройка площадей у бровки и отсыпка на склонах отходов производства вызывают перегрузку склона и увеличение сдвигающих («активных») сил. Мощность промышленных отходов на отдельных участках склона значительна. Так, ОАО «Химволокно» образовала насыпные грунты на склоне мощностью 15 - 30 м.

Неправильная планировка прирвовочной полосы и незарегулированность стока поверхностных вод вызывают эрозию склона этими водами, его ослабление, способствуя оползнеобразованию.

Некоторые оползни имеют чисто антропогенное происхождение. Такие, как например оползень 1973 г. у ДОЗа, когда сполз древесно-стружечный материал, перемешанный с грунтом, которым были разрушены 2 дома. Еще пример антропогенного оползня: в 1988 г. в правом борту вершины оврага Пивоварки в результате утечки вод из водопроводного коллектора сползли насыпные грунты и разрушили недостроенный 3-х этажный гараж, при этом погибло 6 человек.

Это примеры отрицательного воздействия человека на оползнеобразование.

Положительное воздействие выражается в проведении противооползневых работ, выполненных в Барнауле на 8 участках общей протяженностью 2,3 км (у ООО «Барнаульский деревообрабатывающий завод» (ДОЗ), речного вокзала, АО «Мельница» и др.). Этими работами возможность схода оползней существенно уменьшилась. Значительные работы по террасированию склона выполнены выше нового автомобильного моста на участке протяженностью порядка 600 м.

Оврагообразование. Овраги представляют большую сложность при освоении территории города, и воздействие человека здесь на них также имеет большое значение и носит двоякий характер: и негативный, и положительный.

Основным воздействием на овраги является пересыпка их насыпями при прокладке дорог. Так, на ключевом участке «**Барнаул**» высокими насыпями пересыпан овраг Лог Пивоварка по улицам Попова и Малахова, а низкой - по ул. Северо-Западная. Для пропуска вод под насыпями проложены железобетонные трубы. Высокой насыпью (18 м) пересыпан овраг Сухой Лог по ул. Попова, где также проложены две водопропускные трубы.

Некоторые овраги засыпаны полностью или частично. Так, при сооружении левобережного подхода к новому Обскому мосту, полностью ликвидирован овраг по ул. Гуляева. Частично засыпан овраг по ул. Маяковского.

Для предотвращения роста оврагов, засыпаны вершины ряда оврагов на Обском склоне у ТЭЦ-2, ОАО «Химволокно», ОАО «Барнаульский завод технического углерода», ЛОУ «Санаторий «Барнаульский», Барнаульской нефтебазы и др. Бывшим мехзаводом засыпана вершина интенсивно развивающегося оврага Сухой Лог, что прекратило рост оврага.

Все это позитивные моменты. Но следует отметить, что многие предприятия в Северной промзоне (ОАО «Химволокно», ОАО «Барнаульский завод технического углерода» и др.) засыпают овраги отходами производства и мусором, что недопустимо, так как положение этих грунтов на склоне неустойчиво и они могут сползти (антропогенные оползни).

Имеются и случаи негативного воздействия деятельности человека на овраги, обуславливающие их рост.

Как указано выше, ряд оврагов обязан антропогенной деятельности. К ним относятся, к примеру, овраги у северного въезда в ЛОУ «Санаторий «Барнаульский» (на склоне Оби, выше устья Барнаулки). Стационарные наблюдения Оползневой станции в течение многих лет показали, что рост этих оврагов происходил не только за счет природных факторов (сток талых, ливневых и родниковых вод). Этот процесс развивался, главным образом, за счет аварийных утечек канализационных вод из маломощных водоприемных камер и колодцев станции перекачки сточных вод городского ООО «Барнаульский Водоканал», которые не справлялись с дополнительными притоками воды в весенний период. По этой причине возникло 6 новых овражных отвершков длиной 37 - 80 м, шириной 25 - 30 м и глубиной 3 - 15 м. В отдельные весенние сезоны величина роста отвершков оврага составляла 5,4 - 6,2 м в год. Под угрозой разрушения оказались станция перекачки, а также прачечная, гаражи и теплотрасса санатория. Частичной засыпкой вершин оврага рост его приостановился.

Пути борьбы с оврагообразованием представляются в виде 2-х направлений:

-полная засыпка их,

-уполаживание и террасирование бортов оврагов, засыпка отвершков, засыпка и укрепление вершин, организация поверхностного стока путем строительства нагорных водоотводных канав, водоспусков (быстротоков) и др.

Оба эти варианта допустимы для такого протяженного и узкого оврага, как Сухой Лог.

Для узких, длинных отвершков Лога Пивоварки, а также для отвершков Сухого Лога, представляется наиболее приемлемой полная засыпка. Для основного оврага Лога Пивоварки - благоустройство (местами уполаживание) бортов оврага с прочисткой и углублением его русла для уменьшения степени воздействия процесса подтопления на прилегающие к руслу дома.

Для оврагов на Обском склоне и на правом склоне долины Барнаулки предпочтительней засыпка и укрепление их вершин для предотвращения дальнейшего роста оврагов.

Суффозия. Процессы суффозии в городах и селах активизируются многочисленными и обильными утечками из водонесущих и водопотребляющих систем предприятий. питающих водоносный горизонт над кочковской свитой, пластовое выклинивание которого на склоне обуславливает механический вынос частиц грунта с образованием ниш, пустот.

Другой вид антропогенного развития суффозии - образование пустотных форм, каверн, воронок «глиняного карста», обусловленного вымыванием грунта водами, теряющимися из проложенных на Обском склоне или близ него многочисленных водонесущих коммуникаций. В качестве примера можно привести водовод меланжевого комбината в г. Барнауле, под которым образовалась на Обском склоне суффозионная полость объемом 80 м³. Утечки из канализационного коллектора № 9 сформировали полость трубчатой формы на склоне железнодорожной выемки. В районе дома № 5-а по ул. Кавалерийской, утечки из водопроводного коллектора также вымыли трубчатую полость и обусловили антропогенный оползень.

Плоскостная эрозия. Неудовлетворительное качество противооползневых работ на Обском склоне у нового автомобильного Обского моста в Барнауле (отсутствие нагорных канав, перехватывающих поверхностный сток с плато, отсутствие бетонных водотоков, незакрепление откосов террас и др.) вызвало развитие плоскостной эрозии с многочисленными глубокими и протяженными промоинами, бороздами, углублениями на склоне.

Просадочность грунтов и подтопление территорий. Эти процессы почти целиком обязаны неудовлетворительной деятельности человека: утечке вод из коммуникаций, водопотребляющих систем и последующему замачиванию грунтов. Замачивание грунтов природными (талыми, дождевыми) водами также имеет место при отсутствии организации их стока (замачивание грунтов в котлованах под здания, замачивание грунтов под зданиями при нарушении отмостков или отсутствие водосточных труб и др. случаи, как следствие неудовлетворительной деятельности человека).

Исключение составляет подтопление территорий в Барнауле на I надпойменной террасе, которое, в основном, определяется природным процессом - подпором вод Оби в половодья и соответствующим поднятием уровня грунтовых вод. Но и здесь ощущается негативное антропогенное влияние, обусловленное дополнительным питанием водоносного горизонта этой террасы водами, теряющимися из инженерных коммуникаций, что выражается в постепенном подъеме (из года в год) уровня грунтовых вод.

Процессы подтопления продолжаются и в настоящее время. Как правило, они имеют тенденцию прогрессировать во времени из-за старения водопотребляющих объектов и водонесущих инженерных коммуникаций.

Если не принять действенных мер по устранению причин повышения УГВ и подтопления новых площадей, эти процессы будут интенсивно развиваться. УГВ будет повышаться как на застроенных территориях, так и на новых осваиваемых микрорайонах.

При повышении УГВ возникнет угроза подтопления фундаментов и подвалов грунтовыми водами в селитебных зонах.

Прогнозируя дальнейшее изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий территорий промышленных зон в Барнауле на Приобском плато, можно предположить, что имеющиеся зоны замачивания будут расширяться по площади и на глубину, и, в конечном счете, сольются, образуя единые

поля замоченных грунтов на территориях предприятий и селитебных зон. На глубину они захватят грунты до первого водоносного горизонта. Существующие купола развития «верховодки» со временем будут расширяться, примут не временный, а постоянный характер и затем также образуют единый горизонт грунтовых вод.

Пучинистость грунтов характерна для грунтов Алтая. Лессовые суглинки и супеси являются не пучинистыми в природном состоянии и приобретают эти свойства только при замачивании. Это замачивание, в основном, обуславливается деятельностью человека (утечки из коммуникаций). Но наблюдается и естественное замачивание природными атмосферными водами в пониженных местах, особенно в осенний дождливый период.

Землетрясения. Недоучет сейсмических явлений, их силы при строительстве зданий и сооружений, обусловит многие беды при землетрясениях интенсивностью в 6 баллов, что уже было в истории Барнаула (1785 г., 2003 г.) и что может повториться согласно *СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах, с изменением от 26.06.2020 (Актуализированная редакция СНиП-II-7-81*)* и согласно принципу: что было, то снова может повториться. Здания и сооружения повышенной ответственности и особо ответственные должны строиться с применением антисейсмических мероприятий.

При таких землетрясениях многие здания получают деформации, особенно на замоченных лессовидных грунтах, где бальность сейсмического воздействия может увеличиться на единицу.

24. Основные тенденции и прогноз развития опасных природных и антропогенных процессов

Почти все рассматриваемые опасные природные и антропогенные процессы имеют тенденцию расширения масштабов развития со временем [31, 34, 57, 86, 88, 89]. Это связано с нарушением равновесия окружающей природной среды инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Оползнеобразование и суффозия будут прогрессировать в связи с возрастанием утечек вод и дополнительным обводнением оползневых склонов в городах, особенно в г. Барнауле.

Оврагообразование будет проходить, но в ограниченных пределах. При энергичной деятельности городских властей и руководства предприятий, на территории которых они находятся (или пересекают), возможно сокращение площади оврагов, или по меньшей мере, их закрепление.

Плоскостная эрозия при проведении грамотных инженерных работ не должна иметь какого-либо значительного развития на обнажаемых склонах при производстве противооползневых работ. На естественных склонах увеличения перспектив её развития не ожидается (сохранение прежних темпов её проявления).

Просадочность лессовых грунтов. В настоящее время существуют довольно надежные методы подготовки оснований и выбора типов фундаментов, при которых не произойдет просадки даже при замачивании лессовых грунтов.

Эффективно использование для уплотнения просадочных грунтов трамбовок весом 5-7 т для столбчатых и ленточных фундаментов для зданий до 5 этажей и применение свайных фундаментов с прорезкой всей просадочной толщи для

высокоэтажных жилых зданий и ответственных промышленных сооружений. Для высокоэтажных зданий возможно использование тяжелых трамбовок весом до 10 т, обеспечивающих уплотнение всей просадочной толщи.

Но ввиду того, что зачастую проектировщики не назначают необходимые фундаменты, а строители нередко некачественно готовят основание, в будущем не исключаются случаи деформаций новых зданий, построенных на просадочных грунтах.

Что касается уже построенных зданий, то для значительной их части (особенно возведенных до 1975 г., когда при проектировании не учитывалось снижение физико-механических свойств просадочных грунтов при их замачивании), при продолжающейся тенденции замачивания грунтов из-за утечек вод из коммуникаций, возможны деформации фундаментов, стен, перекрытий и приведение их в аварийное состояние, что время от времени наблюдается и сейчас.

Подтопление территорий в городах и многих сел будет прогрессировать. Оно будет связано с возрастанием утечек из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей ввиду ввода новых объектов, а главное, из-за старения существующих коммуникаций, которые после 20 лет эксплуатации дают утечки до 30-40 %.

На ключевом участке «**Барнаул**» увеличение поступления влаги в грунты будет способствовать расширению имеющихся зон замоченных грунтов, их слиянию и формированию нового подвешенного водоносного горизонта на территории Северной промышленной зоны, а в дальнейшем - смыканию его с грунтовыми водами.

Этот же процесс будет проходить и на Власихинской промплощадке, но будет более растянут во времени ввиду разобщенности здесь предприятий и меньшего водопотребления (за исключением уже подтопленных ТЭЦ-3, ОАО «Барнаульский пивоваренный завод» и бывшего ОАО «Барнаульский завод синтетического волокна»).

Будут расширяться процессы подтопления и на селитебных площадях в пределах Приобского плато, застроенных многоэтажными домами с большим водопотреблением, в том числе на Дальних Черемушках, пос. Урожайном, южнее Павловского тракта и на пос. Южном.

Дальнейший подъем уровня грунтовых вод в долине Пивоварки (если не будут проведены требуемые мероприятия) расширит зону подтопления на данном участке, вовлечет в сферу деформационных нарушений дополнительный ряд частных домов.

На I надпойменной террасе р. Барнаулки будет продолжаться медленный подъем уровня грунтовых вод, усугубляя положение с подтоплением инженерных коммуникаций, фундаментов и подвалов.

В связи с перспективной застройкой многоэтажными зданиями площадей II и III надпойменных террас, усилится барражный эффект, расширятся из-за дополнительных утечек зоны верховодки, более продолжительными будут периоды их существования.

В целом, ожидается значительное расширение в городе подтопленных и подтопляемых территорий.

Пучинистость. В связи с увеличением утечек из коммуникаций и расширения зон замоченных грунтов в городах и селах, ожидается увеличение масштабов и значимости явления пучения грунтов и рост неблагоприятных последствий: деформаций зданий, сооружений, инженерных коммуникации и автодорог.

Землетрясения. XVIII, XIX, XX века и начало XXI столетия ознаменовались значительными землетрясениями в крае, в том числе и в Барнауле. Предсказать сейсмическую обстановку невозможно, ввиду отсутствия научных предпосылок. Но совершенно ясно, что исключить возможность проявления землетрясений интенсивностью в 6 баллов нельзя.

Выводы. Опасные природные и антропогенные процессы получили широкое развитие в Алтае. Ущерб, приносимый ими, значителен. Некоторые из них вызывают человеческие жертвы.

Почти все опасные природные и антропогенные процессы имеют тенденцию расширения масштабов развития со временем, что связано с увеличивающимся антропогенным воздействием на природную среду. Если не осуществить профилактические, охранные мероприятия, то эти процессы существенно осложнят жизнедеятельность городов и сельских населенных пунктов, обусловят новые материальные потери и жертвы.

25. Гидрогеологические условия (подземные воды)

В гидрогеологическом отношении на территории края выделяются две провинции: Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн и Горный Алтай.

Кулундинско-Барнаульский артезианский бассейн расположен в пределах Кулундинской тектонической впадины.

Водоносный комплекс приурочен к отложениям Приобского плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Предалтайской, Предсалаирской и Кулундинской равнин, а также к осадам долин Оби и др. рек.

В его состав входят следующие пластово-пористые водоносные горизонты, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия строительства в крае [2, 3, 40, 57, 90а, 91]:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р. Оби и др. рек (aQ_{IV});
- грунтовые воды аллювиальных отложений 1-й надпойменной террасы рек (aQ^1_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений 2-й надпойменной террасы рек (aQ^2_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений 3-й надпойменной террасы рек (aQ^3_{III});
- грунтовые воды аллювиальных отложений 4-й надпойменной террасы Оби (aQ^4_{III});
- грунтовые воды покровных лессов (saQ_{III});
- грунтовые воды карасукской свиты ($aQ_{III}kr$);

- грунтовые воды касмалинской свиты($aQ_{II-III} km$);
- грунтовые воды большереченской свиты (aQ_{II-III}),
- грунтовые воды монастырской свиты (aQ_{II}),
- грунтовые воды краснодубровской свиты ($Q_{I-II} krd$).

Водоносный комплекс грунтовых вод носит безнапорный характер, вскрываясь на глубинах от 0,1 до 50 м.

Комплекс водоносных горизонтов артезианских вод:

- водоносный горизонт кочковской свиты ($N_2 kc$).
- водоносный горизонт кулундинской свиты ($Ib N_2 kl$),
- водоносный горизонт павлодарской свиты ($N_{1-2} pv$).
- водоносный горизонт таволжанской свиты ($N_1 tv$).
- водоносный горизонт новомихайловской свиты ($Pg_3 nm$).
- водоносный горизонт атлымской свиты ($Pg_3 at$).
- водоносный горизонт островновской свиты ($Pg_{1-2} ost$).
- водоносный горизонт чеганской свиты ($Pg_{2-3} cg$).
- водоносный горизонт люлинворской свиты (Pg_{2ll}).

Подземные воды типа «верховодка» имеют локальное распространение в зоне аэрации и встречаются на 2-й и 3-й надпойменных террасах р. Барнаулки, на Приобском плато и его склонах.

«Верховодка» образуется на участках, где в зоне аэрации водопроницаемые грунты подстилаются грунтами с пониженными фильтрационными свойствами. Питание «верховодки» осуществляется за счет инфильтрации дождевых и талых вод, а также утечек из водонесущих коммуникаций. Область питания «верховодки», как правило, совпадает с областью её распространения. Интенсивное пополнение запасов «верховодки» происходит весной в период снеготаяния (апрель – май), второй пик ее приходится на осень (сентябрь – октябрь), в период выпадения обильных дождей. Глубина залегания уровня «верховодки» – от 0,1 м до 8,0 м.

Режим ее непостоянный, уровень в годовом цикле колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров. Воды «верховодки» могут полностью просачиваться через слабопроницаемые подстилающие грунты или стекать по наклонному водопору в нижележащие горизонты, а также тратиться на испарение.

В пределах 2-й и 3-й надпойменных террас р. Барнаулки «верховодка» встречается в песках. Относительными водопорами являются прослойки и линзы суглинков и супесей, прослеживающиеся в песках этих террас.

На Приобском плато верховодка формируется на участках развития грунтов с различной водопроницаемостью. Она образуется на относительных водопорах (обычно ими служат суглинки с повышенной плотностью и, соответственно, меньшим коэффициентом фильтрации) и приурочивается к вышележающим грунтам с большим коэффициентом фильтрации (обычно это супеси). Нередко она приурочена к замкнутым понижениям рельефа (западинам), где скапливаются талые и дождевые воды.

Воды верховодки гидрокарбонатно-кальциевые, пресные (минерализация до $1,0 \text{ г/дм}^3$), неагрессивные к бетонам на обычных цементах.

Верховодка оказывает значительное негативное влияние при возведении и

эксплуатации зданий и сооружений, затапливая котлованы, подвалы, подземные коммуникации.

Грунтовые воды аллювиальных отложений пойм рек распространены в пределах низких и высоких пойм. Водовмещающими породами служат пески мелкие, реже пылеватые и средние, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Мощность водоносного горизонта от 2–3 м до 10–20 м и более в долине р. Оби. Глубина залегания от 0,1 м до 2–3 м. Источники питания – атмосферные осадки и подземные воды, перетекающие из водоносных отложений надпойменных террас долины р. Барнаулки. В периоды паводков и половодий питание поступает из рек Оби и Барнаулки, с которыми грунтовые воды гидравлически связаны; в остальное время года реки дренируют грунтовые воды. Годовая амплитуда колебания уровня – от 0,8–1,6 м до 3–6 м в устье р. Барнаулки.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, пресные (минерализация до 1,0 г/дм³, редко до 1,6 г/дм³), как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементах.

Грунтовые воды аллювиальных отложений 1-х надпойменных террас рек распространены в пределах этих надпойменных террас. Водовмещающими породами являются пески – пылеватые, мелкие, средние, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты (региональный водоупор), залегающих на глубине 4,4–17,0 м.

Глубина залегания грунтовых вод – от 0,1 м до 2,5 м. Мощность водоносного горизонта – 3–14 м (в среднем 7–8 м). Минимальные уровни отмечаются в декабре – марте, максимальные в мае. Годовая амплитуда колебания уровня воды – 0,5–2,1 м.

Источники питания – атмосферные осадки и грунтовые воды, перетекающие из водоносных отложений второй надпойменной террасы. Грунтовые воды разгружаются в водоносный горизонт отложений поймы или дренируются реками. Местами наблюдается выклинивание грунтовых вод в виде родников и мочажин у подошвы первой надпойменной террасы

Коэффициент фильтрации песков – 1,2–6 м/сутки.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, пресные, местами слабосоленые, минерализация 0,2–0,8 г/дм³, иногда достигая 3,0 г/дм³. Воды обычно неагрессивны к бетонам на любых цементах, но иногда содержание сульфат-иона превышает 250 мг/л, и проявляется сульфатная агрессия.

Грунтовые воды аллювиальных отложений 2-х надпойменной террасы рек распространены в пределах этих надпойменных террас.

Водовмещающими породами являются мелкие пески, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина залегания грунтов кочковской свиты – 7–22 м.

Глубина залегания уровня воды – от 1,8–2,3 м у подошвы террасы до 6–

11 м у тылового шва. Мощность водоносного горизонта – 8–13 м.

Минимальный уровень грунтовых вод отмечается в декабре – марте, максимальный в мае. Годовая амплитуда колебания уровня грунтовых вод – 0,3–0,5 м.

Источники питания – атмосферные осадки, талые воды и грунтовые воды, перетекающие из обводненных отложений 3-х надпойменных террас. Водоносный горизонт разгружается в отложения песков 1-х надпойменных террасы, дренируется реками. В обрывах левого берега р. Оби грунтовые воды выклиниваются по кровле кочковской свиты, о чем свидетельствуют родники и мочажины.

Вдоль подножья уступа 2-х надпойменных террас также наблюдается пластовое выклинивание грунтовых вод в виде мочажин.

Коэффициент фильтрации песков – 2,7–9,8 м/сутки.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, пресные (минерализация 0,3–1,0 г/дм³), как правило, не агрессивны к бетонам на обычных цементах. По некоторым анализам отмечается сульфатная агрессия.

Грунтовые воды аллювиальных отложений 3-х надпойменных террас распространены в пределах этих надпойменных террас.

Водовмещающие породы – мелкие пески, реже пылеватые и средние пески и супеси, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина залегания грунтовых вод – более 10 м, за исключением отдельных участков, где они залегают на глубинах 2–5 м.

Источники питания – атмосферные осадки, талые воды и подземные воды, перетекающие из пород красnodубровской свиты, а также антропогенные воды, теряющиеся из подземных инженерных коммуникаций. В долине р. Оби разгрузка происходит по кровле кочковской свиты, выступающей над урезом воды в реке. Выклинивание пластовое, в виде многочисленных родников и мочажин. Расход родников – от 0,1 до 0,5 л/сек.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, минерализация 0,3–1,0 г/ дм³, иногда до 1,2 г/л, не агрессивные к бетонам на обычных цементах.

Грунтовые воды касмалинской и карасукской свит распространены, в основном, в пределах ложбин древнего стока, а также в Кулундинской низменности. Мощность обводненных отложений составляет 5-10 м при глубине залегания вод от ноля до 36 м. Воды гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, минерализация 0,3–1,0 г/ дм³, иногда до 1,4 г/л, не агрессивные к бетонам на обычных цементах. Воды безнапорные. Дебит скважин изменяется от 0,3 до 9 л/с.

Грунтовые воды аллювиальных отложений 4-й надпойменной террасы Оби распространены в пределах этой надпойменной террасы.

Водовмещающие породы – мелкие пески, реже пылеватые и средние пески и супеси, залегающие на суглинках и глинах кочковской свиты. Глубина

залегания грунтовых вод – более 20-30 м, за исключением отдельных участков, где они залегают на глубинах 2–5 м.

Источники питания – атмосферные осадки, талые воды и подземные воды, перетекающие из пород краснодубровской свиты, а также антропогенные воды, теряющиеся из подземных инженерных коммуникаций. В долине р. Оби разгрузка происходит по кровле кочковской свиты, выступающей над урезом воды в реке. Выклинивание пластовое, в виде многочисленных родников и мочажин. Расход родников – от 0,1 до 0,5 л/сек.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, минерализация 0,3–1,0 г/ дм³, иногда до 1,3 г/дм³, не агрессивные к бетонам на обычных цементах.

Водоносные горизонты надпойменных террас рек носят безнапорный характер и имеют пеструю водообильность. Удельный дебит скважин изменяется от сотых долей до 1 л/с.

Грунтовые воды большереченской и монастырской свит. Аллювиальные среднеплейстоценовые отложения монастырской и большереченской свит широко распространены в пределах Обь-Чумышского междуречья. В Бийском районе они возвышаются над урезом воды Оби на 60-80 м. Отложения свит выполняют глубокий врез в толщи осадков краснодубровской и кочковской свит.

Водовмещающими отложениями большереченской свиты являются гравелистые пески мощностью 15-20 м и выше залегающие аллювиальные пачки, сложенные песками и супесями, перекрытыми сверху суглинками. Мощность отложений свиты от 60 до 100-120 м.

Водовмещающие осадки монастырской свиты - песчано-гравийно-галечниковый материал нижней части свиты и пески в верхней ее части, сменяемые глинистыми отложениями. Мощность пород свиты 15-55 м.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые, пресные, минерализация 0,2–1,0 г/ дм³, иногда до 1,2 г/дм³.

Грунтовые воды краснодубровской свиты распространен повсеместно на Приобском плато, Бийско-Чумышской возвышенности, Алтайской и Салаирской предгорных равнин, а также на северной и восточной окраинах Кулундинской низменности.

Водовмещающими породами являются прослойки песков мелких, реже песков пылеватых и средней крупности краснодубровской свиты, залегающие среди суглинков и супесей этой свиты, преимущественно в нижней ее части.

Наиболее значительный слой песков мощностью 2–14 м залегает в основании краснодубровской свиты на породах кочковской свиты.

В долине р. Оби отложения краснодубровской свиты вскрыты эрозией на полную мощность до подстилающих суглинков и глин кочковской свиты. По кровле кочковской свиты происходит разгрузка подземных вод краснодубровской свиты, и вдоль берега Оби наблюдаются многочисленные выходы подземных вод в виде родников и мочажин.

На равнинах края в отложениях краснодубровской свиты часто встречается верховодка. Глубина залегания ее от 0,5 до 3-6 м.

Грунтовые воды на водоразделах равнин залегают на глубине 20-45 м, на склонах близ долин рек и понижениях от 2 до 10 м.

Мощность водоносного горизонта на всех равнинах края колеблется в широких пределах: от 10 до 20–45 м. Минимальный уровень грунтовых вод отмечается в декабре – марте, максимальный в мае. Годовая амплитуда колебания уровня – 0,2–1,0 м.

Источники питания грунтовых вод – атмосферные осадки, талые воды и утечки из подземных коммуникаций. Водоносный комплекс разгружается в аллювиальные отложения надпойменных террас рек. дренируется р. Обью.

Коэффициент фильтрации песков – 0,5–3 м/сутки.

Подземные воды по составу гидрокарбонатно-кальциевые, реже гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые и гидрокарбонатно-хлоридные кальциевые.

Воды пресные (минерализация 0,3–0,9 г/дм³), иногда слабоминерализованные (1,1 г/дм³). Они неагрессивны к бетонам на обычных цементах.

Водообильность неравномерная, дебит скважин изменяется от 1 до 10 л/с, удельный дебит не превышает 0,8 л/с.

Ниже краснодубровской свиты лежат песчано-глинистые мезозойско-кайнозойские отложения, вмещающие водоносные горизонты. Слагающие их пески являются водовмещающими породами, а глины – водоупорными слоями. Чередуясь, они образуют артезианский бассейн. Ниже рассматриваются горизонты артезианских вод Кулундинско-Барнаульского бассейна.

Артезианские воды кочковской свиты распространены широко в Кулундинской впадине, за исключение Кулундинской равнины. Водовмещающие грунты – пески, реже супеси нижней части этой свиты, мощностью 2-40 м.

По составу воды гидрокарбонатно-кальциевые, гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-магниевые и гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые. Минерализация их 0,4-1,3 г/дм³.

Воды напорные, статические уровни устанавливаются на глубине от 5 до 30 м. Дебит скважин от 1 до 10 л/с. Удельный дебит не превышает 2 л/с.

Водоносный горизонт артезианских вод кулундинской свиты распространен в Кулундинской низменности. Здесь наблюдается большое разнообразие глубин залегания и химизма грунтовых вод [57]. На повышенных площадях (периферийная часть низменности) глубина залегания грунтовых вод 10-30 м. В пределах плоских и слабоволнистых равнин с западным рельефом (отметки местности 130-160 м) глубина залегания их 3-5 м. Вблизи озер глубина уровня грунтовых вод понижается до 0,5-3,0 м. Водоносный горизонт кулундинской свиты, приурочен к гравелистым пескам мощностью 5-20 м. Наибольшая мощность песков отмечается в центральной части низменности, минимальная – на ее периферии.

Разгрузка грунтовых вод производится в озера.

В районах с повышенным рельефом минерализация вод до 1 г/дм³, а воды по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые. Воды с минерализацией до 2 г/дм³ и гидрокарбонатно-

хлоридным магниевым-натриевым составом распространены южнее озера Бурлинского на глубине от 3 до 5 м. Воды с минерализацией до 5 г/дм³, имеющие хлоридно-гидрокарбонатный натриево-кальциевый и сульфатно-гидрокарбонатный натриевый состав распространены около соленых озер при уровне грунтовых вод 1-5 м. Около соленых озер Малиновое, Бурсоль и др. отмечены воды с минерализацией 3-5 г/дм³, имеющие сульфатно-карбонатный натриевый состав.

Водоносный горизонт артезианских вод павлодарской свиты приурочен к нижней песчаной ее части. Воды напорные, статический уровень устанавливается на глубине 2-20 м. Удельные дебиты не превышают 0.5 л/с.

Водовмещающим горизонтом таволжанской свиты являются пески мощностью 2-30 м. Воды напорные. Статический уровень устанавливается на 0,5-10 м выше поверхности земли. Удельные дебиты изменяются от сотых долей до 1 л/с.

Водоносный горизонт знаменской свиты приурочен к пескам алевритам свиты. Воды напорные. Удельные дебиты скважин не превышают 0.3 л/с.

Водоносные горизонты новомихайловской и атлымской свит развиты широко в Кулундинской впадине, за исключением ее юго-восточной окраины. Они приурочены к пескам и алевритам этих свит. Глубина залегания 120-350 м. Воды напорные. Ювелтчина напора 120-290 м. Статические уровни устанавливаются на глубинах от 2 до 60 м. В Кулундинской низменности воды самоизливаются. Водообильность отложений высокая. Удельные дебиты скважин превышают 1 л/с, на Приобского плато достигают 3,2 л/с.

Водоносные горизонты островновской, чеганской и люлинворской свит (палеоцен, эоцен и ранний олигоцен) распространены повсеместно в пределах Кулундинской впадины. Водовмещающие породы – кварцевые пески с гравием и галькой. Мощность горизонтов от 10 до 80 м, глубина залегания от 200 до 400 м. Воды напорные. Дебит скважин 1-27 л/с. Удельные дебиты составляют десятые доли л/с, иногда достигая 3.7 л/с.

Меловые отложения распространены в западной части Приобского плато.

Водоносный горизонт верхнемеловых континентальных осадков сымской свиты отмечается в пределах Приобского плато и в южной части Кулундинской низменности. Вскрывается на глубинах 230-400 м. Водообильность его низкая. Удельный дебит - десятые доли л/с., иногда достигая 3 л/с.

Водоносный горизонт верхнемеловых морских отложений приурочен к пескам ипатовской свиты, залегающим на глубине 500-630 м. Мощность водоносной толщи 5-80 м. Воды высоконапорные. При водоизливе статические уровни устанавливаются на 22 м выше земной поверхности. Удельный дебит скважин 0,1-0.3 л/с.

Водоносный горизонт нижнемеловых отложений вскрывается на глубинах 400-600 м. Мощность водовмещающей толщи (пески глауконитовые мелкие и средней крупности) 60-70 м. Горизонт характеризуется высоким напором. Статические уровни устанавливаются на 31 м выше поверхности земли. Удельный дебит скважин менее 1 л/с.

Артезианские воды пресные, солоноватые и соленые. Пресные воды обычно характерны для верхних водоносных горизонтов, а солоноватые и соленые – чаще для нижних горизонтов артезианского бассейна.

Химический состав артезианских вод очень пестрый. Для пресных вод более характерны гидрокарбонатные кальциевые, гидрокарбонатные кальциево-магниевые, гидрокарбонатные кальциево-натриевые, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-магниевые, гидрокарбонатно-сульфатные натриевые и др.

Соленые воды зачастую гидрокарбонатно-сульфатные натриевые, гидрокарбонатно-хлоридные натриевые, сульфатно-хлоридные натриевые, сульфатно-хлоридные магниевые, хлоридные натриевые и др.

По насыщенности солями ряд артезианских вод Кулундинской впадины можно отнести к минеральным. Выделяется 4 типа таких вод:

1. Сульфатно-хлоридные натриевые воды вскрыты в 16 км от с. Завьялово.
2. Гидрокарбонатно-хлоридные натриевые воды отмечены близ ст. Корчино на глубине 500 м.
3. Хлоридные натриевые распространены в западных районах Кулунды на глубине 120-150 м.
4. Хлоридно-сульфатные натриевые вскрыты во многих местах Кулунды на глубине 60-370 м. Воды напорные. Минерализация 2-10 г/дм³.

Подземные воды Кулунды имеют промышленное значение. Известны Малиновое месторождение сульфатно-хлоридных магниево-натриевых вод близ озера Малиновое с минерализацией 100 г/дм³ и ряд перспективных площадей близ Кулундинского озера.

Подземные воды Горного Алтая – вторая в крае провинция подземных вод [91].

В Горном Алтае имеются преимущественно трещинные, трещинно-карстовые и трещинно-жильные подземные воды. Они пресные с низкой минерализацией. Много родников, суммарный сток которых составит 10-15% от минимального речного стока.

Значение подземных вод для водоснабжения жителей края пресной водой, для орошения сельскохозяйственных земель, для потребностей промышленности трудно переоценить.

В Алтайском крае имеются значительные запасы подземных вод. Их потенциальные эксплуатационные ресурсы в пределах равнинной части края на 50-летний срок составляют 269 м³/сек. Разведано большое количество месторождений подземных вод. Потребность в пресных водах для водоснабжения населенных пунктов питьевой водой, сельского хозяйства и промышленности в Горном Алтае решена полностью. В ряде районов равнинной части края, особенно в Кулунде, ощущается затрудненное положение с водными ресурсами.

26. Минеральные ресурсы

В XX в. произошел расцвет геологической отрасли и был выполнен большой объем геолого-съемочных, поисковых и разведочных работ. Особенно плодотворным был период в 50-80-х прошлого века, когда значительная территория края была покрыта геологической съемкой масштаба 1:200000 и 1:50000, позволившей выявить многие месторождения металлов, в том числе ряд крупных и средних месторождений

и большое количество мелких. Разведочными работами определены довольно значительные запасы минерально-сырьевых ресурсов.

В 90-х годах XX в. и в начале XXI в. геологическая отрасль была в упадке, и лишь в последние годы наблюдается некоторое оживление.

Ниже рассматривается состояние природных минеральных ресурсов по видам отраслей металлургической промышленности, а также для стройиндустрии, химической промышленности и др. отраслей экономики [110].

Минеральное сырье для металлургии черных металлов

В качестве минерального сырья для черной металлургии рассматриваются руды железа, отчасти марганца и хрома, а также сопутствующие материалы: флюсы, огнеупорное и формовочное сырье.

Основу **железорудной базы** составляют детально разведанные Белорецкое и Инское магнетитовые месторождения, находящиеся в южной части края в верховьях рек Белой и Ини. Среднее содержание железа в рудах Инского месторождения 45%, Белорецкого – 31%. Утвержденные запасы железных руд по обоим месторождениям по категории В+С₁ 489,7 млн. т, по категории С₂ - 79 млн. т, забалансовые запасы 17,1 млн. т, прогнозные ресурсы 280,0 млн. т. Сведения здесь и ниже приведены по состоянию на 01.01.2017 г.

Месторождения не разрабатываются, но заслуживают эксплуатации ввиду довольно значительных запасов руд и высокого содержания в них железа.

В советское время оба месторождения были включены в резервную сырьевую базу Кузнецкого металлургического комбината (г. Новокузнецк).

Горнотехнические условия месторождений благоприятны: возможна отработка карьерами верхних горизонтов до глубины 200-250 м. Другой положительный фактор – большая мощность рудных тел. Экономические предпосылки освоения месторождений ухудшаются нахождением месторождений в горно-таежной местности и удаленностью от железной дороги. По некоторым данным в конце 50-х годов XX в. были проведены изыскания для строительства к ним железной дороги.

Помимо этих месторождений интерес представляет Харловское месторождение титаномагнетитовых руд в Краснощековском районе (бассейн р. Чарыша). Разведанные запасы их крупные – 1730 млн. т., а с учетом прогнозных – 3-4 млрд. т. Ценность месторождения снижается бедностью руд: содержание железа довольно низкое - 15%. Помимо железа в рудах отмечается высокое содержание двуокиси титана – 6%. Руды месторождения могут использоваться в доменном производстве в смеси с рудами Инского месторождения. Месторождение не эксплуатируется.

Представляют некоторый интерес железорудные месторождения Кедровско-Коргонской группы в западной зоне Горного Алтая: Верхне-Кедровское, Средне-Кедровское, Коргонское и Верхне-Коргонское месторождения гематитовых и магнетитовых руд. Месторождения не эксплуатируются.

В Рудном Алтае известен ряд мелких месторождений магнетитовых (реже гематитовых) руд: Кузнецовское, Чесноковское, Рубежное. Месторождения не эксплуатируются.

В западной части края располагается Кулундинская железорудная площадь. Она слабо изучена. Содержание железа до 23-37%. Ориентировочные запасы руд 55-110 млрд. т. Горнотехнические условия их эксплуатации весьма сложные.

Ни одно железорудное месторождение в крае не эксплуатируется.

Марганец отмечен в Сунгайском рудном поле на Салаире. Содержание марганца 14%. Руды содержат повышенное содержание кобальта, до 0,1%. Прогнозные запасы руд 10,2 млн. т, марганца – 2,0 млн. т. Месторождение не эксплуатируется.

Хром установлен в гипербазитах Салаира. Содержание двуокиси хрома на Успенском участке 46,2-53,6%. Прогнозные ресурсы его 25 млн. т. Месторождение не эксплуатируется.

Месторождения хрома и марганца на Салаире имеют благоприятные горнотехнические условия, возможна отработка их открытым способом. Благоприятны и экономические условия. Этот рудный район пересекает железная дорога Барнаул-Артышта и автодорога «Алтай-Кузбасс». Но относительно небольшие запасы хромитовых и марганцевых руд снижают их значимость. Некоторые перспективы увеличения запасов руд имеются: хрома на салаирских гипербазитовых массивах, марганца – на Тогул-Сунгайской площади Салаира и в предгорьях Горного Алтая.

В качестве **флюсов** для черной металлургии пригодны флюсовые известняки Бердско-Майского и Обуховского бокситовых месторождений. Запасы их составляют 1700 млн. т. Известняки южного участка Неверовского месторождения также могут быть использованы как флюсовое сырье. Месторождения не эксплуатируются.

В качестве **огнеупорного сырья** в металлургии могут использоваться высококачественные кварциты Кордоновского, Боровлянского и Зыряновского месторождений Салаира. По огнеупорности и химическому составу они отвечают I и II классам. Запасы кварцитов Кордоновского месторождения составляют 29,6 млн. т. Месторождения не эксплуатируются.

В крае имеется также разведанное Березовское месторождение **огнеупорных глин**, которые могут быть использованы для кладки доменных печей. Запасы их по категориям А+В+С₁ – 14,6 млн. т, забалансовые запасы – 1,3 млн. т. Месторождение не эксплуатируется.

Запасы **тугоплавких глин** подсчитаны по 3 месторождения и составляют по категориям А+В+С₁ – 15,1 млн. т. Месторождения не эксплуатируются.

Для **формовочных целей** могут быть использованы пески формовочные Кормixinского, Локтевского и Голубцовского месторождений. Пески Кормixinского месторождения пригодны для крупного и мелкого чугунного литья, Локтевского месторождения – для мелкого цветного литья, пески правобережного участка Голубцовского месторождения – для всех видов цветного литья, а некоторые сорта – для мелкого и среднего чугунного литья. Месторождения не эксплуатируются.

Таким образом, для создания в крае черной металлургии имеются достаточные запасы минерально-сырьевых ресурсов. Рекомендуется создать крупный металлургический комбинат.

Природные ресурсы для металлургия цветных металлов

В качестве сырьевой базы цветной металлургии рассматриваются полиметаллические руды и бокситы (алюминиевое сырье).

Полиметаллические руды. В крае в Рудном Алтае разведано 15 месторождений полиметаллических руд и одно медноколчеданных руд. Балансовые запасы руды всех месторождений составляют по категории В+С₁ 58787 тыс. т, в том числе меди 814 тыс.т, (среднее содержание 1,36%), свинца 1538 тыс. т (2,6%), цинка 4598 тыс. т (7,7%). Запасы руды по категории С₂ – 10221 тыс.т, в том числе меди 87 тыс. т (среднее содержание 0,85%), свинца 207 тыс. т (2,04%), цинка 527 тыс.т (5,22%).



Рис. 46. Корбалихинский рудник

Наиболее благоприятны для разработки 6 месторождений: Корбалихинское, Таловское, Степное, Зареченское, Рубцовское и Захаровское. На базе этих месторождение возможна организация горно-рудных предприятий с ежегодной добычей руд 1,2 млн. т, с годовым выпуском в концентратах 10 тыс. т меди, 25 тыс. т свинца и 100 тыс. т цинка.

Представляют интерес также Майское, Среднее (Карамышевское 1), Лазурское, Новозолотушинское, Крючковское, Змеиногорское, Стрижковское и Юбилейное полиметаллические месторождения.

Полиметаллические руды Рудного Алтая замечательны тем, что помимо основных вышеуказанных компонентов, в них содержатся редкие металлы и рассеянные элементы, в том числе сурьма, мышьяк, селен, висмут.

Перспективы выявления новых полиметаллических месторождений связываются с исследованием погребенных под рыхлые отложения площадей

Рубцовского рудного района, а также с увеличением запасов отдельных разведанных месторождений за счет доразведки их флангов и на глубину.

Экономические предпосылки для инвестиций на разработку полиметаллических месторождений Рудного Алтая благоприятны: они находятся в обжитой населенной зоне с наличием свободной рабочей силы. Поблизости (в 10-60 км) находятся железные дороги Барнаул-Рубцовск и Рубцовск-Усть-Каменогорск, автомобильная дорога федерального значения Барнаул-Рубцовск (до границы с Казахстаном), а также развитая сеть краевых дорог с асфальтовым покрытием, что повышает экономическую благоприятность освоения месторождений.

Для Алтайского края актуальным является создание в городах Змеиногорске или Горняке собственного металлургического комбината для выплавки из полиметаллических руд меди, свинца, цинка, серебра и золота.

В настоящее время эксплуатируются Рубцовский, Корбалихинский, Степной и Зареченский рудники. В 2016 г. добыто меди 6,6 тыс. т, свинца 19,9 тыс. т, цинка 39,5 тыс. т.

Бокситы. В северо-восточной части края на Салаире разведаны Бердско-Майское, Обуховское, Октябрьское и Новогоднее месторождения бокситов. Рудные тела залегают среди известняков нижнего девона и являются кондиционным сырьем для получения методом спекания глинозема и глиноземистых цементов марки Б-4 и Б-5. Месторождения имеют промышленное значение, но не эксплуатируются.

Наибольший интерес представляют Бердско-Майское и Обуховское месторождения. Запасы обоих месторождений по категориям А+В+С₁ составляют 25,1 млн. т. Мощность рудоносной толщи наиболее крупного Бердско-Майского месторождения достигает 600 м. Основные рудные минералы – диаспор, лептохлорит и корунд. Содержание глинозема (Al₂O₃) 46-47%.

Горнотехнические условия эксплуатации месторождений благоприятны: близость рудоносных толщ к поверхности (2-60 м), значительная их мощность. Все это позволяет проводить открытую разработку верхних горизонтов. На Бердско-Майском месторождении разработка карьером будет возможна при вовлечении в промышленную отработку вмещающих бокситы глиноземистых известняков в качестве флюсового сырья.

Месторождения имеют промышленное значение, но не эксплуатируются.

В юго-западном Присалаирье известна также бокситоносная формация, связанная с глинисто-каолиновыми отложениями коры выветривания. К ней принадлежат мелкие месторождения (Бочкаревское, Красиловское) и около 40 рудопроявлений. Практического значения они не имеют.

Минеральные ресурсы редких металлов, рассеянных и редкоземельных элементов

В крае разведаны многочисленные месторождения редких металлов: вольфрама, молибдена, ртути, никеля, олова и висмута.

Вольфрам. Известно около 20 месторождений вольфрама. Выделяются Талицко-Белокурухинский и Колыванский вольфрамовые районы.

В Талицко-Белокурухинский (северная часть Горного Алтая) входят Осинское, Мульчихинское, Батуновское. Никольское, Верх-Слюдянское, Черновское, Токаревское, Казанцевское, Казандинское, Иванкинское и Дмитриевское

месторождения, приуроченные к контактными зонам гранитных массивов. В пределах Колыванского района (западная часть Горного Алтая) известны Колыванское, Новоколыванское, Плитнинское, Кремлевское, Рябиновское и Белорецкое месторождения. В рудах большинства вольфрамовых месторождений содержится молибден и, по существу, некоторые из них являются вольфрамо-молибденовыми.

Основные рудные минералы - вольфрамит, шеелит и молибденит.

Все месторождения мелкие. Практический интерес представляют Белорецкое, Батуновское и Мульчихинское месторождения.

В 1936-1960 годах разрабатывались Колыванское, Верх-Слюдянское и Мульчихинское месторождения. В годы Великой Отечественной войны артели старателей работали на Белорецком, Батуновском, Казандинском, Осинском и Осокинском месторождениях.

Молибден. В северо-западной части Горного Алтая находятся Талицкое, Огневоямское, Плотбищенское, Искровское, Каракольское и Березовское месторождения, приуроченные к контактным зонам гранитоидных массивов. Основной рудный минерал – молибденит. Содержание молибдена невысокое.

Все месторождения мелкие. Практическое значение их ограниченное. В настоящее время месторождения не эксплуатируются.

Молибден встречается и на вольфрамовых месторождениях края: Токаревском, Мульчихинском, Верх-Слюдянском, Батуновском, Осинском, Казандинском, Колыванском, Кремлевском, Рябиновском, Белорецком и Плитнинском.

Ртуть. На северной окраине Горного Алтая расположена Сарасинская ртутноносная зона. В ее пределах находятся Черемшанское, Ночной Лог, Сухонькое и Лагерное месторождения ртути.

Ртутное оруденение гидротермального типа, приурочено, как правило, к разрывным нарушениям. Основной минерал – киноварь. Встречаются также реальгар, аурипигмент и ртутьсодержащие блеклые руды.

Месторождения мелкие. Практическая значимость их ограниченная. По 2-м месторождениям подсчитаны запасы ртути – 297 т, забалансовые запасы 121 т. Месторождения не эксплуатируются.

Никель. Никелевое оруденение пространственно и генетически связано с массивами гипербазитов. Известен Салаирский никеленосный пояс. Здесь находятся Белининское, Александровское, Тогуленок, Старый Тягун и Тягунское месторождения. Содержание никеля в рудах Белининского месторождения 0,7-1,15%. Александровского 0,8-0,94%, на остальных месторождениях 0,1-1,0%. Основные рудные минералы: гарниерит и миллерит.

Наибольшие перспективы связываются с Белининским месторождением. Запасы руды его 30,5 млн. т, в том числе марганца 272,7 тыс. т.

Месторождения не разрабатываются. На Белининском месторождении ведутся работы по подготовке к добыче руды.

Кобальт отмечен на Белининском никелевом месторождении. Запасы его определяются в 22,3 тыс. т.

Висмут. Месторождений висмута не известно. Рудопроявления его связаны с пегматитами и скарнами, приуроченными к Белокурихинскому и Топольнинскому гранитным массивам. Основной рудный минерал – висмутин.

Кроме того, висмут встречается в рудах вольфрамо-молибденовых и вольфрамовых месторождений (Мульчихинского, Колыванского, Батуновского), а также в полиметаллических рудах Рудного Алтая. Содержание висмута невысокое (0,1-0,3%). Запасы висмута по категориям А+В+С₁ 2895,7 т, забалансовые запасы 1814,1 т. Добыча висмута в 2016 г. составила 22,8 т.

Самостоятельного значения висмутовое оруденение не имеет. Висмут может попутно извлекаться при отработке полиметаллических, вольфрамовых и вольфрамо-молибденовых месторождений.

Олово. В Рудном Алтае имеется непромышленное месторождение олова Первенец. Рудная залежь приурочена к зоне брекчирования в кремнисто-глинистых сланцах и туфах кислого состава. Содержание олова в рудах 0,17-0,29%. Рудный минерал – касситерит.

Нерудные полезные ископаемые

1. Минеральные ресурсы для стройиндустрии

Кирпично-черепичное сырье. Для производства строительного кирпича марок 75-150 используются субаэральные покровные лессовидные суглинки и супеси верхнечетвертичного возраста. Они характеризуются низкой чувствительностью к сушке.

Всего разведано 119 месторождений. Суммарные запасы сырья по категориям А+В+С₁ составляют 127,3 млн. м³, по категории С₂ - 14,4 млн. м³. Перспективные запасы – 311,6 млн. м³. Эксплуатируется 34 месторождения: Власихинское, Турина Гора, Сорокинское и др.

Цементное сырье. Разведано 6 месторождений цементных известняков и 3 месторождения цементных глин. Наиболее значительными являются Неверовское (юг Алтайского края, Локтевский район), Врублево-Агафьевское (юго-западное Присалаирье, близ ст. Голуха) и Верх-Аллакское (у с. Верх-Аллак) месторождениями цементных известняков и глин.

В качестве глинистого сырья используются верхнечетвертичные суглинки, имеющие повсеместное распространение на Приобском плато. В 1 км к северу от Неверовского месторождения находится Самарское месторождение глин павлодарской свиты, которые рассматриваются как составная часть цементной шихты.

По качеству известняки и глины обоих месторождений пригодны для изготовления портландцемента.

На Врублево-Агафьевском месторождении запасы по категориям А+В+С₁ составляют: цементных известняков 34,9 млн. т, глин – 10,9 млн. т.

На базе Врублево-Агафьевского месторождения построен цементный завод, снабжающий цементом строительные предприятия края.

На Неверовском месторождении запасы цементных известняков составляют по категориям А+В+С₁ 58,4 млн. т, а по категории С₂ 1,9 млн. т, глин – 4,4 млн. т по категории С₂.

Сырье для извести. В крае разведано 8 месторождений известняков, пригодных для изготовления извести. Суммарные запасы их по категориям А+В+С₁ 58,0 млн. т, перспективные запасы – 45 млн. т. Самое крупное месторождение –

Неверовское с запасами 10,8 млн. т. Сырье его пригодно для производства высококачественной извести, цемента и карбида кальция.

Два месторождения эксплуатируются.

Гипс. Разведано Джиринское месторождение. Запасы гипса 8,9 млн. т. Месторождение находится в стадии подготовки к освоению.

Минеральные пигменты (краски). Природным сырьем для них служат глины коры выветривания палеозойских пород в Ненинско-Чумышской и Присалаирской впадинах. В юго-западном Присалаирье разведаны Старо-Копыловское (у с. Старо-Копылово) и Тюхтинское (у д. Тюхтиха) месторождения коллоидальных глин, пригодных для производства охры. Запасы глин по категориям В+С₁ на Старо-Копыловском месторождении 72,7 тыс. т, на Тюхтинском – 786,0 тыс. т, всего 858,7 тыс. т.

Строительные пески и песчано-гравийно-галечниковый материал. Встречаются в террасовых и русловых отложениях р. Оби и ее притоков: Катунь, Бий, Чарыша, Чумыша, Алея, Барнаулки и др. Используются в качестве наполнителя бетонов, при строительстве железных и автодорог, для кладочных и штукатурных растворов.

Разведано 28 месторождений. Общие запасы песчано-гравийно-галечниковой смеси составляют по категориям А+В+С₁ 204,7 млн. м³, по категории С₂ 4,3 млн. м³, прогнозные ресурсы – 18, млн. м³.

Общие запасы песков строительных для бетонов и проч. составляют по категориям А+В+С₁ 67,5 млн. м³, по категории С₂ 37,6 млн. м³.

Общие запасы песков для силикатных изделий составляют по категориям А+В+С₁ 44,5 млн. м³, по категории С₂ 27,3 млн. м³.

Эксплуатируется 10 месторождений: Верх-Катунское, Зверосовхоз «Лесной», Малоугрениевское, Белоглазовское, Второй Бестужевский участок и др.

Строительные камни. Месторождения их размещены там, где коренные породы выходят на поверхность или залегают на небольшой глубине: в предгорьях, нижне- и среднегорье Алтая, на Салаире и в его юго-западном предгорье, в Рудном Алтае и на Каменском поднятии Колывано-Томской складчатой зоны. Строительные камни представлены гранитами, гранодиоритами, диоритами, песчаниками, порфирами, известняками и др. породами.

Суммарные запасы их составляют 251,9 млн. м³ по категориям А+В +С₁ и 53,8 млн. м³ по категории С₂. На баланс поставлены запасы 24 месторождений в количестве 288,7 млн. м³ по категориям А+В+С₁ и 53,8 млн. м³ по категории С₂.

Самыми крупными месторождениями являются Тягунское диоритовых и диабазовых порфиритов, туфов и алевролитов (с запасами 37,0 млн. м³), Ремовское II (Луговской участок) гранитов (с запасами 35,3 млн. м³), Колыванское гранодиоритов (37,8 млн. м³), Пригорское гранитов (29,0 млн. м³) и Веселоярское гранитов (20,7 млн. м³).

В эксплуатацию вовлечено 42 месторождения с запасами 86,3 млн. м³ по категориям А+В+С₁ и 27,0 млн. м³ по категории С₂.

В числе разрабатываемых месторождений: Неверовское кварцевых порфиритов, Песчаное и Жерновское гранитов, Тягунское, Колыванское и Горновское диоритов и гранодиоритов, Малетинское габбро-диабазов, Красная Горка (Красногорское) и Рыбалкинское гранитов и др.

Керамзитовое сырье. Разведаны запасы керамзитового сырья по категориям А+В+С₁ 22,4 млн. м³ и по категории С₂ 43,4 млн. м³.

Облицовочные камни разведаны на 10 месторождениях: Пуштулимском, Громатушинском, Чинетинском, Еландинском, Каменском, Горновском, Дуковском, Таловском, г. Мохнатая и Беловском. Они представлены мраморами, мраморизованными известняками, гранитоидами, габброидами и др. породами.

Суммарные разведанные запасы составляют 24290 тыс. м³, в том числе балансовые по категориям В+С₁ 4008,0 тыс. м³, по категории С₂ 17,0 млн. м³ и прогнозные ресурсы более 39,5 млн. м³.

Поделочные камни. Изучено 15 месторождений. Наиболее значимые из них: Ревневское, Южно-Ревневское, Луговское. Коргонское, Белорецкое, Гольцовское, Алейское, Эстонское и Калмыцкое. Поделочный камень представлен яшмами, яшмоидами, порфирами, кварцитами, роговиками, эффузивами и др. породами.

Балансом учтено Ревневское месторождение яшм с запасами по категории В 218 т и С₂ 50 тыс. т. Еще на 4 месторождениях определены запасы поделочных камней по категории С₂ 148,7 тыс. т и на 9 месторождениях – прогнозные ресурсы в объеме 50 млн. т.

Горнотехническое сырье

Магнезиты. На Салаире находится Белининское месторождение магнезитов. Запасы руды по категории С₂ составляют 37,3 млн. т, при среднем содержании магнезитов 28,0-30,8%.

Асбест. Залежи асбеста приурочены к массивам основных и ультраосновных пород. В южном Салаире находится Комсомольское месторождение, состоящее из 4 асбестоносных зон мощностью до 60 м. Асбест эластичный, содержание волокна I-VI сортов 3,8%. Запасы оцениваются в 3 млн. т по категории С₂. Также на Салаире известно Макарихинское проявление асбеста.

Абразивы. Представлены корундовыми бокситами Обуховского месторождения (Салаир), на котором прослежены 4 коренных рудных горизонта и 2 горизонта обломочных бокситов. После обогащения руды содержат 65-68% корунда. Могут использоваться для получения микрошлифпорошков.

Барит встречается в полиметаллических месторождениях Рудного Алтая: Змеиногорском, Зареченском, Петровском, Карамышевских I и II, Среднем и Преображенском. На Зареченском месторождении разведано 9 баритовых тел. Содержание BaSO₄ 84-89%.

Сернокислый барий отмечен в рапе 3-х озер в Кулунде. Запасы его по категориям А+В+С₁ составляют 623 тыс. т, а забалансовые запасы – 290 тыс. т. В 2016 г. добыто 36 тыс. т сырья.

Тальк. Непромышленные месторождения (Тягун-Таловское и Анисимовское) и проявления талька известны на Салаире. Тальк может использоваться как наполнитель резины и в керамическом производстве. Запасы талька не подсчитаны.

Пьезооптическое сырье – горный хрусталь встречается в пегматитах и в россыпях. Хрусталеносные пегматиты отмечаются в гранитных массивах Горного Алтая: Тигирекском, Белокурихинском, Талицком, Саввушкинском. Из хрусталеносных россыпей представляет интерес месторождение Голуха на Салаире, где прослежен горизонт глин с кристаллами горного хрусталя.

Флюорит. Известны Белорецкое, Сарасинское и Сельское месторождения флюорита в Горном Алтае. Флюорит имеет гидротермально-метасоматический генезис, реже пневмалито-гидротермальный. Запасы его не подсчитывались.

Минеральное сырье для химической промышленности (минеральные соли)

В Кулунде имеется большое количество минерализованных озер, многие из которых содержат донные отложения солей или промышленную концентрацию их в рапе.

Выделяется 3 типа озер: преимущественного развития карбонатных, сульфатных и сульфатно-хлоридных солей.

К первому типу относятся 20 соленых озер Михайловской и Петуховской групп: Танатар I-VI, Кучерпак, Большое и Малые I-III Петуховские. Основные компоненты рапы – бикарбонаты натрия, кальция, магния, а также карбонаты, сульфаты и хлориды натрия. В донных отложениях преобладает сода.

Озер сульфатного типа 34. Крупнейшие из них: Кучук, Кулундинское, Большое и Малое Мормышанские, Малиновое, Правый и Левый Близнецы. В рапе присутствуют сульфаты натрия, кальция и магния, карбонаты кальция и магния, а также хлорид натрия. В донных отложениях преобладают мирабилит и тенардит.

К озерам сульфатно-хлоридного типа относятся Большое и Малое Яровое, Бурлинское Куричье, Дунай, Вытянутое, Баужан-Сор, Тас-Сор. В рапе их отмечаются сульфаты кальция, магния и натрия, хлориды натрия и магния, бикарбонаты кальция и магния. В донных отложениях поваренная соль, мирабилит и тенардит.

Запасы поваренной соли подсчитаны по 5 озерам (Бурлинское, Кучук, Большое Яровое, Кочковатое и Малиновое). Запасы по категориям А+В+С₁ 64,1 млн. т, забалансовые запасы – 43,7 млн. т. Разрабатывается Бурлинское месторождение.

Запасы магниевых солей подсчитаны по 4 озерам (Кучук, Большое и Малое Яровые. Малиновое) по категориям А+В+С₁ 28,4 млн. т, забалансовые запасы – 9,8 млн. т. Разработка их не ведется.

Запасы природной соды содержатся в 2 месторождениях: Михайловском и Петуховском, и составляют по категориям А+В+С₁ 2,3 млн. т, забалансовые запасы – 1,7 млн. т. Добыча ведется на Михайловском месторождении.

Запасы сульфата натрия подсчитаны по 4 озерам (Кучук, Кулундинское, Большое и Малое Мормышанские) по категориям А+В+С₁ 256,9 млн. т, забалансовые запасы – 0,4 млн. т. Добыча ведется на оз. Кучук. В 2019 г. добыто 913 тыс.т.

Горючие полезные ископаемые

Бурый уголь. В северо-восточной части края известны Мулнайское, Новомулнайское, Афонинское и Караганское месторождения, приуроченные к юрским отложениям. Мощность пластов угля до 4 м.

Запасы угля подсчитаны по Мулнайскому месторождению и составляют 26,1 млн. т по категориям А+В+С₁, прогнозные ресурсы – 341 млн. т. Месторождение подготавливается к эксплуатации.

Угленосные толщи юры отмечены также в Кулунде и Приобском плато. Прогнозные запасы в Кулунде 130 млрд. т.

Каменный уголь. В юго-западной части края проводятся исследования угленосной Успенско-Раздольненской площади. На Северном участке установлено 22 пласта угля, 10 из которых имеют мощность от 1 до 8,5 м. Запасы по категории С₂ оцениваются в 45 млн. т, прогнозные ресурсы 30-40 млн. т.

27. Сейсмичность территории края. Землетрясения

Вышедший СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» издания 2000 г. повысил нормативную сейсмичность территории Алтайского края на 1-2 балла по шкале MSK 64. Приложенный к нему комплект карт «Карты общего сейсмического районирования территории РФ – ОСР-97» имел масштаб 1:15000000. Пользоваться им было невозможно ввиду мелкомасштабности карт. Список населенных пунктов с повышенной сейсмичности был небольшим. Кроме того, были допущены неточности при определении сейсмичности некоторых населенных пунктов. Такой СНиП не мог быть использован изыскателями, проектировщиками и строителями края.

Администрацией края была поставлена задача ООО «АлтайТИСИЗ» по созданию карты сейсмического районирования более крупного масштаба и составлению списка всех населенных пунктов края с указанием их сейсмичности. К работе были привлечены Институт физики Земли Российской Академии наук (Москва) – создатель комплекта карт ОСР-97.

В 2001 г. были составлены уточненные карты ОСР-97 в масштабе 2500000 и был составлен список «Сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – 10%-ная (карта А), 5%-ная (карта В), 1%-ная (карта С) вероятность превышения балла в течении 50 лет для населенных пунктов Алтайского края и Республики Алтай». Список был утвержден ИФЗ РАН, подписан директором этого института академиком РАН В.Н. Страховым и закреплен печатью ИФЗ РАН,

В этот список вошли все 1307 поселений Алтайского края, в том числе все 12 городов.

На следующем этапе исследований была поставлена задача по возможности снизить бальность сейсмичности равнинной и предгорной частей края. К работе были привлечены Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской Академии наук (Москва), Институт земной коры СО РАН (Иркутск) и Алтайский государственный университет (Барнаул). ООО «АлтайТИСИЗ» стал основным исполнителем по выполнению Федеральной программы «Сейсмобезопасность территории Российской Федерации. Подраздел Алтайский край». Руководителем программы был назначен главный инженер ООО «АлтайТИСИЗ» кандидат геолого-минералогических наук В.С. Осьмушкин.

К работе были привлечены Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской Академии наук (Москва), Институт земной коры СО РАН (Иркутск) и Алтайский государственный университет (Барнаул).

Институт физики Земли был создателем комплекта карт ОСР-97 для СНиП СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» издания 2000 г.

Руководителем работ от Института физики Земли (ИФЗ РАН) стал главный научный сотрудник этого института - ученый-сейсмолог с мировым именем, член-корреспондент Российской Академии наук, действительный член Нью-Йоркской Академии наук, лауреат Государственных премий РФ и Узбекской ССР, доктор физико-математических наук, профессор В.И. Уломов. Этот человек являлся высшим авторитетом по сейсмологии в нашей стране. Он осуществлял курирование, консультирование по программе «Сейсмобезопасность Алтайского края» и принимал непосредственное участие в работе по этой теме.

Руководителем и исполнителем работ от Института земной коры был В.С. Имаев – доктор геолого-минералогических наук, действительный член Академии наук Республики Саха (Якутии), лауреат Государственной премии РФ, профессор, заведующий лабораторией сейсмологии Института земной коры СО РАН.

Руководителем и исполнителем работ от Алтайского государственного университета был Г.Я. Барышников – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой.

В 2003-2006 гг. были проведены полевые работы, собраны и проанализированы материалы по геологическому строению территории края и тектоническим условиям. Создан банк сведений о землетрясениях в пределах края и в соседних регионах: по Алтайской горной системе в целом, по Монгольскому Алтаю, по Рудному и Южному Алтаю и Кузнецкому Алатау – за исторический период в 10000 лет.

Выделены районы различной сейсмической активности в эпицентрах землетрясений:

-предгорные части Рудного и Горного Алтая, Салаир с интенсивностью землетрясений 6 баллов,

-низкогорье и среднегорье Горного и Рудного Алтая с интенсивностью землетрясений в 7 баллов.

Более интенсивных землетрясений на рассматриваемой территории в историческое время не отмечено.

Приведенные фактические данные по сейсмичности предгорий, низко- и среднегорья использованы для корректировки Алтайского фрагмента карты ОСР-97А. Граница между 6-ти и 7-и балльными зонами была смещена к юго-востоку на 140 км.

Для 218 населенных пунктов 17 административных районов балльность понижена с 7 до 6 баллов. В то же время в районе города Камня-на-Оби сейсмичность повышена на 1 балл (с 5 до 6 баллов) для 28 населенных пунктов в двух административных районах.

Происшедшее 27 сентября 2003 г. в Горном Алтае сильнейшее Чуйское землетрясение с эпицентром близ села Бельтир (магнитуда землетрясения 7,2, интенсивность по шкале MSK-64 10 баллов), подтвердило выводы исследований. Опрос местного населения, осмотр зданий и сооружений, изучение материалов МЧС позволило провести границу между 6 и 7 балльными зонами сотрясений земли от Чуйского землетрясения. Эта граница совпала с уточненной границей между этими зонами на карте ОСР-97А, составленной в процессе работ по федеральной программе «Сейсмобезопасность Алтайского края».

По сейсмическому районированию выделены следующие районы в Алтайском крае:

-западные равнинные территории с нормативной сейсмической интенсивностью 5 баллов,

-срединные и восточные части равнин с нормативной сейсмической интенсивностью 6 баллов,

-предгорные равнины Горного Алтая, Салаира и Рудного Алтая - 7 баллов,

-низко- и среднегорье Горного и Рудного Алтая – 8 баллов.

Границы зон проходят черезследующие населенные пункты:

-между 5 и 6 балльными зонами

В 2014 г. вышла новая версия СП 14.13330-2014 «Строительство в сейсмических районах» [53]. В нем был приведен «Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10»), В (5»), С (1%) в течении 50 лет». Но в этом списке было отражено только 58 населенных пунктов Алтайского края. Бальность сейсмической интенсивности этих населенных пунктов, отвечало тому, что было указано в вышеприведенном списке «Сейсмическая интенсивность в баллах...», составленном ООО «АлтайТИСИЗ» в 2001 г.

В следующем году вышло Постановление Администрации Алтайского края № 129 от 9 апреля 2015 г. «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования в Алтайском крае (с изменениями на 13.07.2015) [112].

В Постановлении был приведен «Список населенных пунктов Алтайского края с указанием сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий (II категории грунта по сейсмическим свойствам) и трех степеней сейсмической опасности – 10% (карта А), 5% (карта В), 1% (карта С) вероятность превышения балла в течении 50 лет» [111]. В списке отражено 1277 населенных пункта края. Сейсмическая интенсивность в баллах населенных пунктов отвечает сейсмичности, указанной в вышеприведенном списке «Сейсмическая интенсивность в баллах...» 2001 года.

23.11.2015 г. вышел приказ Минстроя России об изменении №1 к СП 14.13330-2014 г., которым вводился в действие комплект карт общего сейсмического районирования Российской Федерации - ОСР-2015.

В 2018 г. вышел СП 14.13330-2018 с изменением №1 [54]. В нем был приведен «Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с указанием нормативной сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%) вероятности превышения соответственно 10%, 5% и 1% в течение 50 лет в соответствии с комплектом карт общего сейсмического районирования - ОСР-2016-А, ОСР-2016-В, ОСР-2016-С».

Указанная в этом списке нормативная сейсмичность населенных пунктов Алтайского края (да и др. 15 регионов) была завышена на 1-2 балла. Власти регионов совместно с Союзом строителей РФ и изыскательскими организациями добились отмены изменения к СП 14.13330-2018.

Итак, изыскатели, проектировщики и строители Алтайского края для получения **нормативных** значений сейсмичности в баллах для каждого населенного пункта края могут обратиться к списку «Сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – 10%-

ная (карта А), 5%-ная (карта В), 1%-ная (карта С) вероятность превышения балла в течении 50 лет для населенных пунктов Алтайского края и Республики Алтай», составленному ООО «АлтайГИСИЗ» в 2001 г. и утвержденному Институтом Физики Земли РАН, высшей инстанцией по сейсмологии в России.

Или руководствоваться Постановлением Администрации Алтайского края № 129 от 9 апреля 2015 г. «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования в Алтайском крае (с изменениями на 13.07.2015), в котором приведен «Список населенных пунктов Алтайского края с указанием сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий (II категории грунта по сейсмическим свойствам) и трех степеней сейсмической опасности – 10% (карта А), 5% (карта В), 1% (карта С) вероятность превышения балла в течении 50 лет». В списке отражено 1277 населенных пункта края. Сейсмическая интенсивность в баллах этих населенных пунктов отвечает сейсмичности, указанной в вышеприведенном списке ООО «АлтайГИСИЗ» «Сейсмическая интенсивность в баллах...» 2001 года.

Расчетные значения сейсмичности по объектам взять по табл. 1 СП 14.13330-2014 (без изменения №1) или по результатам сейсмического районирования

Границы между зонами сейсмической интенсивности в баллах 5, 6, 7 и 8 принять по комплекту карт ОСР-97, составленными ООО «АлтайГИСИЗ» в 2006 г.

Созданный на основе этих документов территориальный нормативный документ «Строительство в сейсмических районах Алтайского края» необходимо согласовать с Институтом физики Земли и утвердить в Минстрое России.

Землетрясения. Значительные землетрясения, ориентировочно в 5-7 баллов, произошли в Горном Алтае в 1761 г., 1774 г., 1783 г., 1724 г., в марте 1785 г., 25 ноября 1846 г., 1857 г., 4 марта 1882 г., 1887 г., 1901 г., 1902 г., 9 июля 1905 г., 1911 г., 9 ноября 1929 г., в 1931 г., 1934 г., 1986 г. и в 1988 г. В г. Барнауле они отразились землетрясениями в 4-6 баллов [3, 32, 78, 80, 82].

Сильным было землетрясение в 1785 г. Тогда единственное каменное здание Барнаула, Петропавловский собор (построенный в 1782 г.), получило деформации - «печи во многих местах треснули». Судя по полученным деформациям, силу землетрясения можно оценить в 6 баллов. Собор был построен на песках, фундамент и стены его кирпичные, основательные.

На Приобском плато в XX в. зафиксированы 2 эпицентра землетрясений: один из них расположен в 14 км к юго-востоку от Барнаула, а второй - в 30 км к северо-западу от него. Магнитуда обоих эпицентров землетрясений равна 4 [3].

В г. Камне-на-Оби в 1964 г. произошло землетрясение силой в 5 баллов по оценке комиссии Сибирского отделения Академии наук СССР. По др. данным землетрясение оценивалось в 6 баллов. Некоторые здания города получили деформации. Землетрясение сопровождали афтершоки.

Самое сильное землетрясение за всю историю Алтайского края. 27 сентября 2003 г. в 18 часов 34 минуты 32 секунды по местному времени (15 часов 34 минуты 32 секунды по московскому времени) произошло сильнейшее землетрясение в Республике Алтай с эпицентром в районе пос. Бельтир Кош-Агачского района (Чуйское землетрясение). Оно характеризовалось магнитудой 7,2-7,3 по шкале Рихтера и 9,6-10 баллов по шкале сейсмической интенсивности MSK-64. Несколько

позднее последовали сильные афтершоки: 28 сентября в 2 часа 53 минуты 45 секунд и 1 октября в 8 часов 4 минуты 29 секунд.

Землетрясение проявилось на всей территории Алтайского края. В районах края был установлен режим чрезвычайной ситуации. По данным МЧС в результате землетрясения пострадали 132 жилых дома, 29 зданий учебных заведений и административных зданий, 66 объектов сельскохозяйственного назначения, 38 котельных, 151 водонапорная башня, 43 дымовые трубы, многие подземные коммуникации. Ущерб составил 424 млн. рублей.

В Барнауле Чуйское землетрясение проявилось силой в 6 баллов (сильное землетрясение) [3, 76].

по данным МЧС получили деформации (трещины в стенах, перекрытиях, простенках, фундаментах и др.) 19 кирпичных и панельных зданий и сооружений. В их числе административное здание и здание швейного цеха ГУМПП «Фабрика «Динамо», 2-х этажный жилой дом № 5 в пос. Куета, ряд зданий краевой психиатрической больницы № 3. Незначительные трещины появились также в доме № 15 по ул. Горно-Алтайской и в доме № 97 по ул. Папанинцев и др. Следует отметить, что некоторые из этих зданий имели деформации до землетрясения. Во время землетрясения и последовавших афтершоков они получили дополнительные деформации.

Была разрушена дымовая кирпичная труба ОАО «Барнаульского завода технического углерода» высотой 120 м и диаметром до 7 м.

В отдельных квартирах откалывались куски штукатурки, отваливалась настенная плитка, в стенах и на потолке появились волосяные трещины.

Получили повреждения некоторые линии электропередач.

Землетрясение ощущалось всеми людьми как внутри помещений, так и под открытым небом. Многие люди, находящиеся в зданиях, пугались и выбегали на улицу. Часть жителей оставалась на улице всю ночь, боясь заходить в квартиры. Наиболее осторожные намеревались на личных автомашинах выехать за пределы города. Некоторых людей укачивало, они теряли равновесие или испытывали приступы «морской болезни», тошноты.

Администрация г. Барнаула неоднократно успокаивала людей в своих обращениях к населению.

Во время землетрясения здания раскачивались, сильно дребезжала, подрагивала и звенела посуда и др. предметы на полках шкафов и сервантов, качались люстры. Подпрыгивали и иногда падали с полок бутылки, чашки, книги и др. предметы. Были случаи падения таких, достаточно тяжелых предметов, как телевизор (в доме на ул. Панфиловцев и в пос. Южном) и небольшой шкаф. Раскрывались и хлопали дверцы шкафов и настенных часов. Ходили ходуном форточки. Скрипели двери, полы, а иногда и бетонные плиты. Тренькали входные колокольчики. Маятники часов приходили в движение. С большой амплитудой качались крюки башенных кранов. Вода расплескивалась в ведрах и банках. В отдельных квартирах лопнули консервированные стеклянные банки. Степень подвижности предметов увеличивалась с ростом этажности.

Кошки, собаки и др. домашние животные пугались.

При землетрясении был отмечен сход оползня течения на правом склоне долины р. Барнаулка в районе дома № 28 по ул. Аванесова. Но каких-либо других

деформаций оползневого склона не произошло. При этом надо иметь в виду, что 2003 г. был засушливым (мало атмосферных осадков).

По масштабам деформаций зданий и сооружений, по природным явлениям и по воздействию на людей и животных сейсмическая интенсивность землетрясения в г. Барнауле, произошедшего 27.09.2003 г., оценивается в 6 баллов по шкале MSK-64 и считается сильным. В крае оно оценивается в 6-7 баллов.

28. Радиационное состояние территории

Радиационное состояние территории является одним из основных компонентов природной среды. Для строительства и эксплуатации зданий и сооружений важны такие показатели радиационной обстановки как мощность экспозиционной дозы гамма-излучения (существующий фон природного гамма-излучения на местности), , объемная активность радона в воздухе помещений построенных зданий, радиологическое состояние почвы, выход из почвы радиоактивных газов (главным образом, плотность потока радона из почвы), а также содержанием радона в подземных водах и родниках..

Радиационная обстановка изучалась ООО «АлтайТИСИЗ», а также Центром санэпиднадзора и Центром стандартизации, метрологии и сертификации [3, 58, 89, 92, 93, 111]. Работы выполнены в большом объеме. В частности, ООО «АлтайТИСИЗ» за период с 2001 по 2016 гг. провел радиометрические исследования на 2300 объектах, гамма-излучение изучено в 76 тыс. точек.

Превалирующая часть исследование проведена в Барнауле. В меньшем объеме в городах Бийске, Рубцовске, Белокурихе и др., а также во многих сельских населенных пунктах и на специальных объектах (ОЭЗ «Бирюзовая Катунь», ОЭЗ «Сибирская монета» и др.).

Все это позволило сделать определенные выводы о состоянии окружающей среды [3. 89, 92].

МЭД гамма-излучения. В Барнауле на местности гамма-излучение обычно колеблется от 0,09 до 0,14 мкЗв/час (иногда выходя из этих пределов), чаще 0,10–0,13 мкЗв/час [3, 89, 111]. Критерий радиационной безопасности согласно *ОСПОРБ - 99/2020* 0,3 мкЗв/ч [3, 89, 92]. на открытой местности и 0,6 мкЗв/ч для помещений.

В зданиях гамма-излучение несколько выше, на 0,02-0,06 мкЗв/ч, составляя 0,12-0,18 мкЗв/ч (чаще 0,14-0,16 мкЗв/ч), Это обязано повышенной радиоактивности материалов, полов, стен, перекрытий. НРБ-99/2009 допускает превышение эффективной дозы гамма-излучения в помещениях по сравнению с дозой излучения на открытой местности не более 0,20 мкЗв/ч.

В других городах края наблюдается примерно такое же положение [92, 111].

В сельской местности, как правило, мощность дозы гамма-излучения на открытой местности немного меньше, чем в городах (0,06-0,12 мкЗв/ч), в том числе и в горной местности, где коренные породы выходят на поверхность или залегают неглубоко и где, казалось бы, должны быть повышенные значения гамма-излучения. Так к примеру, на таких крупных объектах как ОЭЗ туристический коаплекс «Бирюзовая Катунь», игорная зона «Сибирская монета», Корбалихинское и Степное полиметаллические месторождения и др., где выполнены сотни и даже тысячи измерений гамма-излучение колеблется от

0,06 до 0,12 мкЗв/ч, при преимущественных значениях 0,07-0,09 мкЗв/ч.

Исключение составит гранитный массив в г. Белакурихе, где гамма-излучение примерно на уровне города Барнаула.

Гамма-излучение в зданиях и сооружениях обычно выше, чем на открытой местности, что связано с повышенной радиоактивностью строительных материалов, применяемых для изготовления фундаментов, полов, стен, простенков, перекрытий и крыш. Величина гамма-излучения колеблется в пределах 0,12–0,20 мкЗв/час, чаще 0,14–0,17 мкЗв/час, что меньше допустимых значений [3, 89, 92, 111].

Плотность потока радона (ППР) из почвы определялась на более 10 тыс. точек. ППР на застраиваемых территориях колеблется в широких пределах не только в каждом городе, но и в конкретных микрорайонах и даже на отдельных участках от 15 до 60-80 мБк/м²хс, что не превышает допустимое значение, равное 80 мБк/м²с для II категории радоноопасности [3, 89, 92, 111]. Это позволяет не предусматривать защиту зданий от проникновения эманаций радона, ограничиваясь их естественной вентиляцией. Но на отдельных участках ППР оказалась повышенной: 80–140 мБк/м²с. Такие участки отмечены в Барнауле в долине Барнаулки и на Приобском плато южнее Павловского тракта, городе Белакуриха на площадке под строительство детского санатория, на отдельных участках в Бийске и др. Допустимое значение ППР согласно *ОСПОРБ-99/2020* равно 80 мБк/м²хс. То-есть, ППР иногда превышает допустимые значения. Для зданий, возводимых на этих участках, необходимо предусматривать профилактические защитные мероприятия: плотные бетоны для полов в подвале и для фундаментов, делать их промазку битумом, не допускать появления трещин в этих конструкциях и, возможно, назначить принудительную вентиляцию подвалов.

Следует отметить, что значения ППР выполнит роль экрана на каждой площадке изменяется в зависимости от сезона года. Так, в зимний период величина ППР обычно близка к нулю ввиду того, что верхний сезоннопромерзающий слой грунтов, препятствует проникновению радона из недр на поверхность. Но на участках домов и сооружений, где отсутствуют мерзлые грунты, радон поступает в подвалы (особенно, если пол грунтовый или из бетона с порами и трещинами). Более того, эти участки чвляются «отдушинами», и газ радон устремляется сюда из окружающей территории, обуславливая повышенный выход его в подвалы.

Весной по мере таяния мерзлого грунта повышается величина ППР. На момент полного протаивания наблюдается повышенный выход радона, скопившегося за зиму в грунте. В это момент значения ППР достигают 70-100 мБк/м²хс.

Летом и осень значения ППР субстабильны.

Объемная активность радона. Параметром, характеризующим содержание радиоактивных газов в помещениях зданий и сооружений, является их объемная активность, преимущественно радона. Определения ее выполнены на 1,5 тыс. точек. Это важная радиационная характеристика. Она используется для расчета среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности

радона и торона (ЭРОА), допустимое значение которой для новых (проектируемых) жилых и общественных зданий согласно НРБ-9/2009 составляет 100 Бк/м^3 , а для эксплуатируемых зданий – 200 Бк/м^3 .

Объемная активность радона в большинстве обследованных зданиях и сооружениях изменяется от 20 до 50 Бк/м^3 , реже до $80\text{--}100 \text{ Бк/м}^3$, что меньше допустимой величины, равной 100 Бк/м^3 [3, 89, 92]. Но иногда наблюдаются повышенные значения объемной активности радона: $100\text{--}130 \text{ Бк/м}^3$. В таких случаях необходимо назначить принудительную вентиляцию помещений, особенно подвала и первого этажа.

Следует отметить, что объемная активность радона внутри здания имеет разную величину: в подвале она относительно высокая, $30\text{--}40 \text{ Бк/м}^3$. иногда $40\text{--}50 \text{ Бк/м}^3$, на первом этаже меньше, $15\text{--}25 \text{ Бк/м}^3$ (реже до $30\text{--}35 \text{ Бк/м}^3$), на последующих этажах она, как правило, не превышает $15\text{--}20 \text{ Бк/м}^3$.

Почвы. Исследовалось свыше 800 проб Радиологические исследования проб почв территорий под застройку, как правило, показывают величину радий-226, изменяющуюся от 10 до 60 Бк/кг (редко выше этого значения) при допустимом уровне в 100 Бк/кг .

Радоновые воды. Термальные радоновые воды известны в Смоленском и Алтайском районах [92, 93]. В крае разведаны 3 месторождения подземных термальных радоновых вод: Белокурихинское, Исковское и Черновское, и изучен ряд родников (выходов подземных вод), содержащих радон. Они приурочены к Белокурихинскому и Россошинскому гранитным массивам.

Наиболее известное и крупное по запасам вод - Белокурихинское месторождение [93].

Созданный на его основе курорт «Белокуриха» - здравница федерального значения, специализирующаяся на лечении больных радоновыми водами, являясь в этом отношении одним из крупнейших в России.

Курорт находится в Смоленском районе, у г. Белокуриха, на его южной окраине.

В геоморфологическом отношении курортная зона располагается в низкогорье Алтая, на стыке с Предалтайской равниной. Эти две структуры разделяются глубинным разломом – «Северный фас Алтая». Абсолютные отметки местности 250-600 м. Ландшафт горно-таежный. Основные породы леса – сосна и береза.

Поверхностный водоток – река Белокуриха.

Здания и сооружения курорта располагаются в долине р. Белокуриха, а также на склонах гор в лево- и правобережье реки.

Курортная зона находится в пределах эндоконтакта Белокурихинского гранитного массива. Граниты порфировидные, кварц-полевошпатовые, биотитовые.

Радиационное состояние территории является одним из основных компонентов природной среды. Ввиду наличие радоновых вод в курортной зоне можно было бы ожидать неблагоприятную радиационную обстановку: высокие значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения, плотности потока радона из почвы (ППР), объемной активности радона в воздухе помещений (ОАР) и радиологического состояния почвы. Для больных это явилось бы неблагоприятным фактором.

Алтайский трест инженерно-экологических изысканий (АО «АлтайТИСИЗ») в течение последних 15 лет проводил радиометрические исследования в курортной зоне для проектов строительства и эксплуатации санаторных корпусов и др. зданий и сооружений. За указанный период был выполнен значительный объем измерений: так гамма-излучение изучено в 2 тыс. точек. Это позволило сделать определенные выводы о радиационном состоянии природной среды.

МЭД гамма-излучения в курортной зоне определен в 0,09-0,18 мкЗв/ч, чаще 0,11-0,16 мкЗв/ч, то-есть, примерно такое же как и фоновые значения гамма-излучения в городах Алтайского края (0,09-0,14 мкЗв/ч). Критерий радиационной безопасности согласно *ОСПОРБ -99/2010* равен 0,3 мкЗв/ч [52].

Таким образом, гамма-излучение в курортной зоне находится в допустимых пределах.

В жилой зоне города Белокуриха (бывшее село) уровень гамма-излучения несколько ниже, варьируя от 0,08 до 0.13 мкЗв/ч.

Плотность потока радона из почвы определена в 220 точках. Значения ППР в курортной зоне колебались от 30 до 85 мБк/м²хс, чаще 40-70 мБк/м²хс. Повышенные значения отмечались, в частности, на площадке под детский санаторий. Допустимое значение ППР согласно *ОСПОРБ -99/2020* – 80 мБк/м²хс. В целом, величины ППР ниже допустимого предела, за исключением отдельных участков, где необходимо предусмотреть защитные мероприятия при проектировании здания.

Почвы. Исследовалось 40 проб почвы. Установлено, что величина радий-226 варьировала от 20 до 55 Бк/кг при допустимом уровне в 100 Бк/кг.

Итак, радиационное состояние природной среды в курортной зоне благоприятное.

Главным достоинством курортной зоны «Белокуриха» является наличие бальнеологических термальных радоновых вод.

Воды ювенального происхождения, т.е. воды глубинных слоев земли. Обладая напором, они поднимаются вверх к земной поверхности по трещиноватым зонам разломов в гранитах. Повышенное содержание радона в водах обязано распаду радиоактивных элементов, находящихся в гранитах и выщелачиваемых водами.

Белокурихинское месторождение радоновых вод подвергнуто разведке. Запасы термальных радоновых вод выявлены в количестве 300 м³/сут. по категории А и 900 м³/сут. по категории В (утверждены ГКЗ, протокол от 27.11.63 № 4155).

Повышенный эксплуатационный расход вод в последние 20-25 лет (900-1400 м³/сут.) несколько истощили запасы вод. Доразведка вод на флангах месторождения решит эту проблему.

Воды пресные (минерализация 300-400 мг/дм³), щелочные (рН 9,2-9,5), гидрокарбонатно-сульфатные натриевые, гидрокарбонатно-фторовые натриевые с высоким содержанием кремниевой кислоты (5-60 мг/дм³) и фтора (10-32 мг/дм³). В них содержится до 20 см³/дм³ растворенных и свободных (в виде пузырьков) газов, преимущественно азота, а также аргона, радона, ксенона, криптона, гелия и неона.

Концентрация радона 5-7 пКи/л или 17-33 ед. Махе (МЕ). То есть, воды слаборадоновые. Радиоактивность извлеченных на поверхность вод падает со временем (радон улетучивается), а также при охлаждении вод.

Температура вод из скважин зависит от глубины их отбора и обычно равна 30-46⁰. Но с больших глубин (800-1000 м) поступают воды, нагретые до температуры 42-48⁰. Высота напора вод 18-20 м.

Воды оказывают эффективное оздоровительное воздействие на центральную и периферическую нервную систему, заболевания воспалительного характера, расстройства эндокринной, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, заболевания опорно-двигательного аппарата, мужские, детские и гинекологические заболевания.

Лечебное действие радоновых вод связано с воздействием на организм слабого ионизирующего излучения, которое оказывает стимулирующее действие на дефектовыводящие системы клеток.

Другие полезные компоненты вод – азот, фтор, кремниевая кислота.

АОЗТ «Белокуриха» включает 19 санаториев: «Сибирь», «Катунь», «Белокуриха» и др. на 5000 мест.

Наличие в окрестностях сосновых лесов, чистый воздух низкогорья, высокое содержание в воздухе легких аэроионов повышает рекреационную значимость Белокурихинской курортной местности.

Искровское месторождение расположено в 12 км юго-западнее города Белокуриха близ одноименного села. Запасы радоновых вод 800 м³/сут. Содержание радона 15-37 пКи/л, что значительно выше, чем в водах Белокурихинского месторождения. Температура воды 25-30⁰С.

Черновское месторождение находится в 15 км к юго-западу от города Белокуриха, близ деревни Черновая. Здесь 4 скважинами вскрыты трещинные термальные радоновые воды, обладающие напором 10-12 м. Содержание радона высокое, до 85 пКи/л. Температура вод 31-37⁰С. Прогнозные ресурсы 1000 м³/сут.

Открытые термальные радоновые воды у села Россоши в 28 км к северо-востоку от города Белокуриха пока не разведаны.

В крае известны и холодные радоновые воды. Это Каменское месторождение на правом берегу Оби, восточнее города Камень-на-Оби, а также рассеянные родники в правобережье Чарыша, в его нижнем течении (Усть-Калманский район) и родники в подножье горы Синюха в Курьинском районе. Все они приурочены к гранитным массивам.

На Каменском месторождении воды напорные, содержание радона в них 100 МЕ. Температура вод на выходе из скважины 7⁰С. На глубине 35-40 м она достигает 16⁰С.

В правобережье Чарыша в долинах мелких рек и в логах (Калманка, Лог Висячий, Березовый) отмечено Калманское проявление радоновых вод. Они слабо минерализованные, гидрокарбонатные кальциевые, содержат радон. Температура вод не превышает 8⁰С.

В родниках у горы Синюхи содержание радона в водах 10-210 МЕ.

Можно предположить, что на больших (500-1000 м) эти воды также окажутся термальными, что позволит использовать их в лечебных целях, создать на их базе санатории.

Таким образом, в Алтайском крае природная радиационная обстановка территории и эксплуатирующихся здай и сооружений благоприятная. Но на

отдельных площадках наблюдались повышенные значения плотности потока радона, ав некоторых зданиях – значения ЭРОА, превышающие допустимые уровни.

29. Влияние природных условий на развитие экономики Алтайского края

Природные условия в значительной мере влияют на качество жизни населения, его жизнеобеспечение, а также оказывают большое воздействие на экономику, способствуя ее развитию или, наоборот, сдерживая ее рост.

Тпкое воздествие практически ощущается почти от всех компонентов природных условий.

Ниже рассматривается влияние прродных условий на развитие экономики края.

Минерально-сырьевые ресурсы

Анализ минерально-сырьевой базы Алтайского края дает основания полагать, что на основании значительных запасов горно-рудного сырья возможно возрождение горнопромышленного комплекса в регионе при вложении крупных инвестиций, в том числе за счет федеральной казны.

Так, для создания в крае черной металлургии имеются достаточные запасы минеральных ресурсов.

Рекомендуется создать **крупный металлургический комбинат на основе богатых Инского и Белорецкого железорудных месторождений** с общими запасами 587 млн. т (в том числе с забалансовыми запасами) и прогнозными ресурсами 280 млн. т. При потреблении железных руд в 9-10 млн. т в год металлургический комбинат будет обеспечен сырьем на 90 лет, а с учетом Харловского месторождения – на сотни лет. По-видимому, наиболее рациональным построить его в Рубцовске или в Заринске, для последнего учитывая использование как топливо кокс Заринского коксохимического завода.

Имеются необходимые ресурсы для строительства и эксплуатации **завода (комбината) по выплавке из бокситов алюминия** в Заринске. Сопутствующие материалы для черной металлургии: флюсовые известняки Бердско-Майского и Обуховского месторождений, высококачественное огнеупорное сырье (кварциты) Боровлянского, Кордоновского и Зыряновского месторождений, огнеупорные глины Березовского месторождения, 3 месторождения тугоплавких глин, формовочные пески Голубцовского, Кормихинского и Локтевского месторождений.

Для выплавки специальных сталей (высокопрочных, износостойких, быстрорежущих и др.) имеются возможности добавки в них никеля, хрома, вольфрама, молибдена, кобальта, титана, меди, марганца, так как месторождения этих металлов в крае имеются.

Для развития черной металлургии в крае имеются также месторождения марганца с запасами руд 10 млн. т и хрома с запасами руд 25 млн. т.

Для создания в крае цветной металлургии могут послужить 15 месторождений полиметаллических руд с суммарными запасами равными 60 млн. т. На базе этих месторождение возможна **организация горнорудных предприятий с ежегодной добычей руд 1,2 млн. т**, с выпуском в концентратах 10 тыс. т меди, 25 тыс. т свинца и 100 тыс. т цинка и периодом эксплуатации в 50 лет.

Актуальным является создание в городах Змеиногорске или Горняке **собственного металлургического завода для выплавки из полиметаллических руд меди, свинца, цинка, серебра и золота.**

Для цветной металлургии представляют интерес 4 месторождения бокситов – алюминиевого сырья. На базе наиболее перспективных Бердско-Майского и Обуховского месторождений с запасами 25 млн. т можно организовать завод по **выплавке алюминия.**

В крае разведаны **многочисленные месторождения редких металлов: вольфрама, молибдена, ртути, никеля, олова и висмута. Возможна отработка некоторых из них.**

Итак, минерально-сырьевые ресурсы края могут составить основу для возрождения горнопромышленного производства в регионе.

В крае имеется большое количество месторождений нерудного сырья, (кирпично-черепичное сырье, цементное сырье, камни строительные, облицовочные и поделочные, пески и песчано-гравийные смеси строительные, сырье для извести, керамзитовое и керамическое сырье, гипс, минеральные краски)). Запасы нерудного сырья не только удовлетворяют текущие потребности стройиндустрии, но и могут обеспечить рост ее продукции в несколько раз.

Строительство новых горно-добывающих предприятий (рудников) и металлургических комбинатов обусловит возможность создания новых машиностроительных заводов, что значительно усилит промышленный потенциал Алтайского края, создаст новые рабочие места, вызовет рост городов края.

Земельные ресурсы (степи)

Алтайский край обладает крупными земельными ресурсами: так посевные площади в крае составляют 5171 тыс. га. Богатые разнотравьем степи позволяют развивать сельскохозяйственное производство, ориентируясь на растениеводство и животноводство.

Алтайский край является одним из крупнейших аграрным регионом России, занимая лидирующую позицию среди регионов Сибирского ФО по выпуску продукции сельского хозяйства. По сбору зерновых край занимает четвертое-пятое место в стране и первое среди регионов, расположенных за Уралом. В 2020 году валовый сбор зерновых и зернобобовых культур составил 3 653,4 тыс. тонн, при урожайности 11,6 ц/га.

Возможности увеличения сельскохозяйственного производства видятся в повышении урожайности культур. Так если Краснодарский край имеет среднюю урожайность зерновых в 20-30 ц/га, то Алтацкий край только 11 ц/га.

Другой резерв – улучшение организации сбора урожая. Сроки уборки растягиваются на 3 мксяца (до ноября, а иногда до середины ноября), что недопустимо. Часть урожая уходит под снег. Зерно, имея заданность природой упасть на землю и прорасти, за такой долгий срок уборки в значительной мере теряется. Если в начале уборки урожая собирается по 15-20 ц/га, то в конце уборки 5-10 ц/га.

К слову, урожайность зерновых в Алтайском горном округе в XVIII и XIX веках составляла 15-20 ц/га. И это без наличия агрономической службы и без использования удобрений.

Примечательно и то, что урожайность зерновых в Томской области не ниже, чем на Алтае. А ведь там более суровые климатические условия: вегетативный период короче на 0,5-1,0 месяц, заморозки более поздние весной и более ранние осенью. Зима более холодная, поэтому часть урожая ржи, посеянной осенью, пропадает. Почвы в Томской области, в основном, серые лесные. Они значительно менее плодородные, чем черноземы Алтая.

Почвы

Край богат плодородными почвами. Степные пространства покрыты, в основном, черноземами, признанными лучшими, наиболее плодородными почвами. В меньшей степени развиты в юго-западных степях каштановые почвы, тоже достаточно плодородные, хотя и уступают в этом отношении черноземам.

Содержание гумуса в черноземах Алтая 4-6 % (в целине), а в черноземах Европейской части России 3-4 %. Таким образом, почвы края потенциально могут обеспечить высокие урожаи зерновых, не менее, чем в Краснодарском крае, и обеспечить рывок в развитии растениеводства в Алтайском крае

Растительный покров. Лес

Флора края богата и разнообразна. Всего насчитывается 2186 видов растений, лесной фонд занимает 26% территории края, из которой 81,6% покрыты лесом. Общая площадь, покрытая лесами, в Алтайском крае составляет 3,816 млн. гектаров. Край обладает значительными запасами древесины - 548,6 млн. м³, что позволяет существенно развить мебельную промышленность. Пока же она не может обеспечить потребности края в изделиях из дерева. Много мебели ввозится в край. В мебельной промышленности необходимо внедрить технологии безотходного производства. Должны быть использованы все 100 % древесного сырья: и стволы, и ветви, и опилки, и стружки. На экспорт должны идти только изделия из дерева. Сейчас же можно наблюдать как на юг идут железнодорожные составы, груженные бревнами.

Среди растений края много полезных - 1184 вида. Это лекарственные, медоносные, кормовые, пищевые, витаминные, красильные, эфирно-масличные, дубильные, технические - 79, волокнистые и др. растения. Широко используются в официальной медицине 100 видов растений.

Среди лекарственных растений можно отметить золотой корень, маралий корень, красный корень, бадан толстолистный, валериану лекарственную, пион, марьян корень, солодку уральскую, череду, чистотел, душицу, зверобой, девясил высокий, бруснику, аир болотный и др.

Из пищевых растений в сыром виде используют стебли борщевика, дудника лесного, листья щавеля, ревень, черемшу (колбу), дикий лук (лизун), папоротник-орляк.

Наиболее ценные из кормовых растений в составе травостоя покоса и пастбищ - бобовые и злаковые. Наиболее продуктивными по производству зеленой массы

кормов являются пойменные сенокосные луга. Травянистая растительность кормовых угодий успешно предохраняет почву от эрозии и дефляции.

Полезные растения края используются далеко не в полной мере. Здесь есть большие резервы.

Животный мир

Животный мир Алтайского края многообразный и многочисленный

Всего в крае насчитывается 100 видов млекопитающих, 320 видов птиц, 9 видов пресмыкающихся, 7 видов земноводных, 33 вида рыб, многочисленная группа беспозвоночных, из которых более 400 видов насекомых.

В крае разрешена любительская охота на хищных животных: бурых медведей, волков, лисиц, корсаков, на копытных – лосей, косулей, кабанов, кабаргу, на грызунов – бобров, сурков, сусликов, на птиц – уток, гусей, рябчиков, тетеревов, глухарей, куропаток и др.

. Озера и реки равнин и горной зоны Алтайского края богаты рыбой. В них проводится умеренная ловля сибирского ельца, язя, леща, пескарей, красноперки, налима, сомов, судака, голавля, подкаменщика, колюшки, форели, хариуса, щуки, плотвы, чебака, сазана, карпа, окуня, линя, золотого и серебряного карасей и др.

Редкие и исчезающие виды животных находятся под охраной. Из млекопитающих в Красную книгу Алтая помещены ирбис (снежный барс), архар, дзерен, красный волк, перевязка, манул, большой тушканчик, красноухая ночница и др.

Из редких и исчезающих птиц можно отметить балобана, журавля красавку, белую куропатку, филина, краснозобую гагару, дрофу, сокола-сапсана, алтайского улара, черного аиста, горного гуся, скопу, степного орла и др.

Ресурсы животных для любительской охоты и ловли рыб ограничены.

Ресурсы поверхностны вод

Реки

Алтайский край характеризуется обилием рек. Всего в крае насчитывается 17085 рек общей протяженностью 51004 км.

Суммарный поверхностный сток рек Алтайского края значителен - 53,5 км³ в год. Но он весьма неравномерен по площади края. В бассейне Оби, занимающем 70% территории края, формируется 53 км³ вод поверхностного стока. Этого вполне достаточно (с большим запасом) для водоснабжения населенных пунктов края, за исключением Кулунды.

В бессточной области Обь-Иртышского междуречья (30% территории) формируется только 0,5 км³ стока, и здесь ощущается дефицит питьевой и технической воды. Для восполнения запасов воды был сооружен Чарышский групповой водовод на базе качественных подземных вод, выкачиваемых из скважин в долине реки Чарыш. Эти воды поставлялись в села Кулундинской низменности. Кроме того, были сооружены два канала, по которым вода из Оби постуала в Кулунду.

Недостаток воды также компенсировался водами, выкачиваемых из подземных водоносных горизонтов. Воды большей части водоносных горизонтов Кулундинской

равнины являются солоноватыми или солеными. Но некоторая часть их вмещает пресные воды.

Речные воды используются для водоснабжения населенных пунктов и полива сельхозугодий, Реки Пробского клато, бийско-Чумышской возвышенности, предгорных равнин и низкогорья активно используются для купания населения и для ловли рыбы.

Реки являются крупным потенциальным источником электроэнергии. Значительные электростанции можно построить в верховьях Чарыша, в верховьях Алея, на реках Белая, Иня, Кргон. Весьма перспективными являются гидроэлектростанции небольшой мощности на реках Ануй, Песчаная и многих других в горной части Алтая для снабжения энергией отдельных сел или группы населенных пунктов.

Озера

На территории Алтайского края находится большое количество озер - около 13 000. Большинство из них мелкие, площадь их менее 1 км², но 230 озер имеют площадь более 1 км².

В Кулунде имеется большое количество минерализованных озер, многие из которых содержат донные отложения солей или промышленную концентрацию их в рапе.

Довольно значительные запасы поваренной соли подсчитаны по 5 озерам (Бурлинское, Кучук, Большое Яровое, Кочковатое и Малиновое).. Разрабатывается Бурлинское месторождение.

Запасы магниевых солей подсчитаны по 4 озерам (Кучук, Большое и Малое Яровые. Малиновое). Разработка их не ведется.

Запасы природной соды содержатся в 2 месторождениях: Михайловском и Петуховском. Добыча ведется на Михайловском месторождении.

Крупные запасы сульфата натрия подсчитаны по 4 озерам (Кучук, Кулундинское, Большое и Малое Мормышанские). Добыча ведется на оз. Кучук.

Запасы солей могут быть увеличены за счет разведки других месторождений.

Разработка солей может вестись на всех упомянутых месторождениях.

Радиационная обстановка

В Алтайском крае природная радиационная обстановка территории и эксплуатирующихся зданий и сооружений благоприятная. Но на отдельных площадках наблюдались повышенные значения плотности потока радона, а в некоторых зданиях отмечались – значения ЭРОА, превышающие допустимые уровни.

В крае разведаны 3 месторождения подземных термальных радоновых вод: Белокурихинское, Искровское и Черновское, и изучен ряд родников (выходов подземных вод), содержащих радон.

Наиболее известное и крупное по запасам вод - Белокурихинское месторождение [93].

Созданный на его основе курорт «Белокуриха» - здравница федерального значения, специализирующаяся на лечении больных радоновыми водами, являясь в этом отношении одним из крупнейших в России.

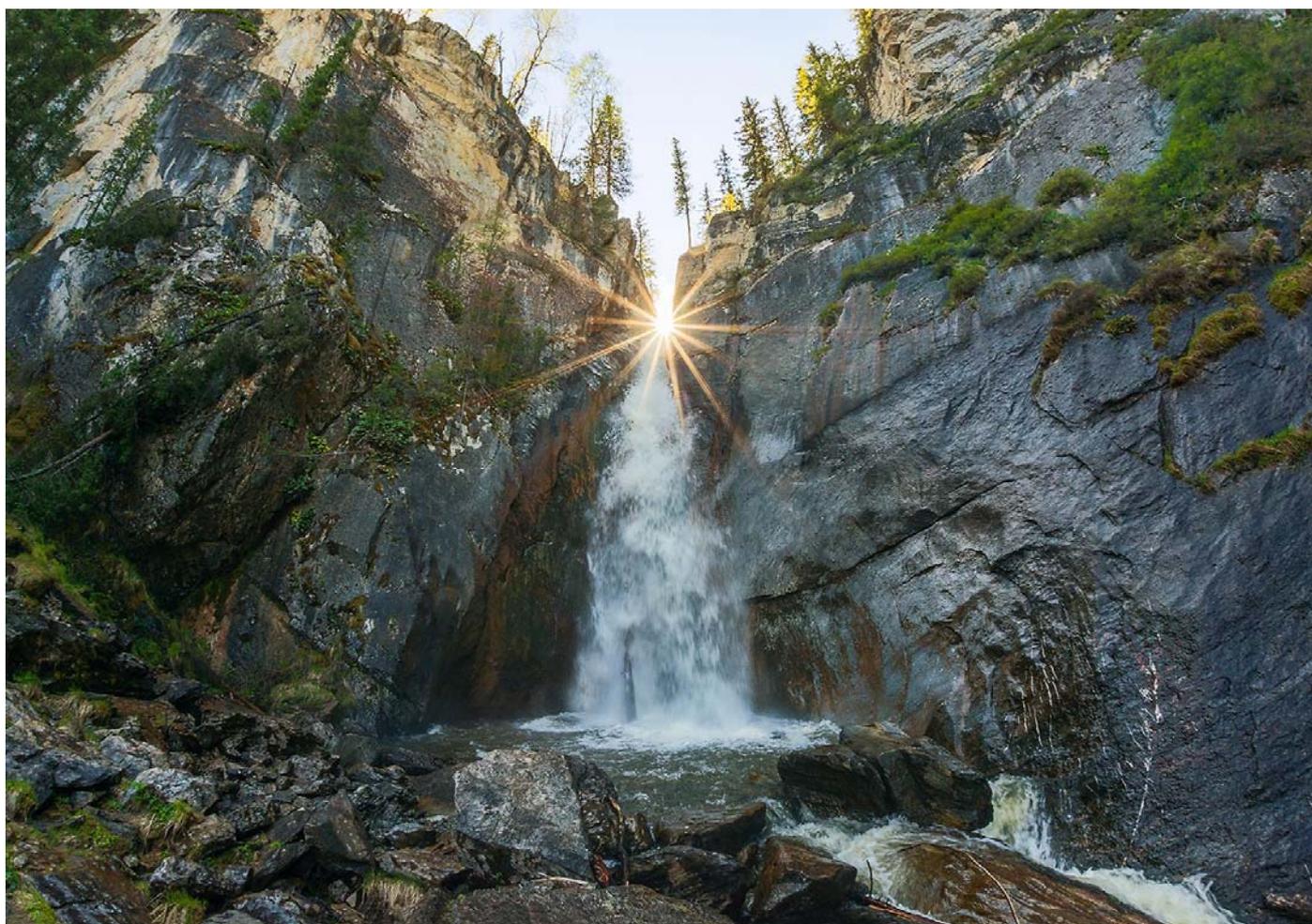
Главным достоинством курортной зоны «Белокуриха» является наличие бальнеологических термальных радоновых вод.

Воды оказывают эффективное оздоровительное воздействие на центральную и периферическую нервную систему, заболевания воспалительного характера, расстройства эндокринной, сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, заболевания опорно-двигательного аппарата, мужские, детские и гинекологические заболевания.

АОЗТ «Белокуриха» включает 19 санаториев: «Сибирь», «Катунь», «Белокуриха» и др. на 5000 мест.

Искровское и Черновское месторождения расположены в 12- км юго-западнее города Белокуриха. Вовлечение их в эксплуатацию позволит в 3 раза увеличить количество мест курорта, до 15 тысяч.

30. Яркие и знаменательные события, факты и явления природных условий края



Каскад водопадов Шинок

Знаменитые люди Алтайского края. Алтайский край посетили и исследовали многие известные путешественники, ученые, деятели искусств и др.

В XVIII, XIX веках и в начале XX в. Алтайский горный округ (царское имение) посетили и изучали многие всемирно известные путешественники и исследователи: географ Александр фон Гумбольд, автор капитального труда «Жизнь животных» А.Э. Брем, академики Российской (Петербургской) академии наук (Академии Его Императорского Величества) И.Г. Гмелин, Г. Ф. Миллер, П. С. Паллас, Г.П. Гельмерсен, Э.Г. (К.Г.) Лаксман, И.Ф.Герман (Б.Ф. Германн), В.В. Петров (выдающийся физик, получивший всемирную известность как изобретатель электрической (вольтовой) «дуги Петрова», в 1788-1791 гг. работал преподавателем в Барнаульском горном училище), Е.П. Ковалевский, П.А. Чихачев, П.П. Аносов (выдающийся металлург, открывший тайну «булатной стали», начальник Алтайского горного округа в 1847-1850 г.г.), Ф.В. Радлов (крупный этнограф и антрополог, исследователь Алтая, Сибири и Средней Азии), П.П. Сушкин (орнитолог, исследователь Алтая и Монголии), создатель учения о наносфере академик Российской Академии Его Императорского Величества В.И. Вернадский, выдающийся минералог, автор труда «Самоцветы России» академик Е.А. Ферсман, выдающийся геолог, исследователь Сибири и Средней Азии академик В.А. Обручев, члены-корреспонденты Академии наук И.М. Ренованц, П.И. Шангин (работал на Колывановоскресенских заводах), Х. Эренберг, Г.И. Спасский, А.А. Бунге. Ф.В. Геблер, А.А. Иностранцев, Е.Ф. Зябловский, выдающийся художник, исследователь Алтая и Центральной Азии Н.К. Рерих, организатор медицинской службы на Алтае Н.Г. Ножевников, врач А.Н. Недзвецкий (самоотверженно проявивший себя во время эпидемии холеры в 1892-1893 г.г.), новаторы горного дела, прославившие Алтай, С.В. Литвинов, П.Г. Ярославцев, П.М. Залесов, М.С. Лаулин, горный инженер А.И. Кулибин, известные исследователи Алтая П.П. Семенов (Тян-Шанский), В.В. Сапожников, Г.Н. Потанин, архитекторы А.И. Молчанов, Л.И. Иванов, Я.Н. Попов (возводившие красивые здания в городе в XIX в.).

Заслуживают народной памяти начальники Колывано-Воскресенских (Алтайских) заводов, так много сделавшие не только для развития горнозаводского производства на Алтае, но и для развития Алтайского края: А.В. Беэр, А.И. Порошин, Г.С. Качка, В.С. Чулков, Е.П. Ковалевский, С.П. Татаринов, А.Д. Озерский, Н.И. Журин, В.К. Болдырев.

Из числа изобретателей Алтайского горного округа можно упомянуть И.И. Ползунова, К.Д. Фролова, П.К. Фролова, Ф.С. Ваганова, Д.Ф. Головина, П.Г. Ярославцева, Ф.В. Стрижкова, М.С. Лаулина, С.В. Литвинова, П.М. Залесова и др.

В первую очередь надо отметить феномен И.И.Ползунова.

Изобретения

Выдающийся изобретатель И.И. Ползунов на Барнаульском сереброплавильном заводе, усовершенствовав паровой двигатель Т. Ньюкомена (1705 г.), сконструировал и построил паровую машину - первый в мире паровой двигатель с непрерывной работой, что достигалось применением двух цилиндров, связанных системой

движущихся частей, поочередно передаваемых работу на один общий вал. Машина была построена в 1763-1765 гг. (за 19 лет до универсального парового двигателя Джеймса Уатта, обусловившего революцию в мировой промышленности) и действовала в течение 43 дней в 1766 г.

Д.Ф. Головин в 1774 г. на Алейском свинцово-сереброплавильном заводе создал первую в России гидросиловую установку деривационного типа.

На Змеиногорском руднике были осуществлены передовые технологии, позволившие механизировать трудоемкие процессы.

На реке Змеёвой (Змеёвка) по проекту и под руководством К.Д. Фролова в 1754 г. были построены гидротехнические сооружения: сооружен пруд, вода из которого отводилась по незамерзающему деривационному каналу длиной два километра. На Вознесенской шахте в 1783 г. построена прославившая К.Д. Фролова водоотливная машина, которая вращала огромные колёса диаметром до 17 м (по др. данным 18,0 м и 13,6 м), приводившие в изумление посещавших рудник ученых и путешественников того времени своими гигантскими размерами. Они приводили в движение механизмы для подъёма руды и откачки воды из рудника. Это крупное каскадное гидротехническое сооружение с плотиной и водоподводными и водоотводными штольнями осуществляло подъем породы, руды и откачку воды с глубины 210 м. Оно позволило откачать несколько затопленных шахт.

Некоторые исследователи полагают, что Змеиногорская гидросистема по техническому уровню, оригинальности инженерных решений, степени механизации горных работ превосходила мировой уровень гидротехники того времени.

В 1806—1809 гг. в Змеиногорске по проекту управляющего рудником П.К. Фролова была построена первая в мире чугунная рельсовая дорога на конной тяге (конка) для перевозки руды от рудника (новой Преображенской шахты) до Змеевского сереброплавильного завода протяженностью 1867 м, с первым в мире железнодорожным мостом. Железная дорога заменила труд трехсот человек. Следует заметить, что первая конка за рубежом была построена в США (г. Балтимор) только в 1828 г., а в России в 1854 г. (г. Санкт-Петербург).

Ф.В. Стрижков на Колыванской шлифовальной фабрике изобрел высокопроизводительную «сверлильную машину», оснастил фабрику станками собственного изобретения для одновременной шлифовки и полировки внешней и внутренней поверхностей изделий из камня.

В крае жили (или посетили его) известные писатели Ф.М. Достоевский, В.В. Бианки, В.Я. Шишков, М.Д. Зверев, А.С. Новиков-Прибой, А.Л. Коптелов, Е.Ю. Мальцев, поэт Р.И. Рождественский, кинорежиссер, народный артист СССР И. А. Пырьев, народные артисты России В.С. Золотухин, А.В. Панкратов-Черный, Л.В. Куравлев и др. И это далеко не полный список достойных.

Спортсмены

Алтайский край может гордиться своими спортсменами, которые, начиная с 60-х годов прошлого века, добились значительных успехов, как в стране, так и на международной арене, став чемпионами СССР (затем, с 1991 г. России), Европы, мира и Олимпийских игр. Из них можно отметить следующие выдающиеся в спорте личности:

-С.П. Тарасов – заслуженный мастер спорта, олимпийский чемпион по биатлону зимней олимпиады в Лиллехаммере (1994 г.) на дистанции 20 км, серебряный призер этой олимпиады в эстафете и бронзовый призер в гонке на 10 км,

-В.А. Попов – заслуженный мастер спорта, бронзовый призер олимпийских игр 1988 г. по классической борьбе, чемпион мира (1987 г.),

-В. Д. Шкалов – заслуженный мастер спорта, пятикратный чемпион мира по самбо и дзюдо,

-Л. М. Еремина – заслуженный мастер спорта, многократная чемпионка мира и СССР по парашютному спорту, на мировых и всесоюзных первенствах завоевала 57 золотых медалей, установила более 20 мировых рекордов, совершила более 6 тысяч прыжков с парашютом,

-К.П. Костенко – заслуженный мастер спорта, двукратный чемпион мира по гребле на байдарке двойке (1970-1971 г.г.),

-В.Ю. Елистратов – мастер спорта международного класса, двукратный чемпион мира по самбо (1991, 1992 г.г.),

-С.К. Клевченя – мастер спорта международного класса, серебряный и бронзовый призер зимней олимпиады в Лиллехаммере (1994 г.) по конькобежному спорту, чемпион мира в многоборье (1996 г.) и на отдельных спринтерских дистанциях,

-Т.В. Котова – заслуженный мастер спорта, неоднократная чемпионка мира по прыжкам в длину,

-И.В. Нифонтов – мастер спорта международного класса, чемпион мира и Европы по дзюдо весовой категории 81 кг,

-С.В. Шубенков, заслуженный мастер спорта, чемпион мира и трехкратный чемпион Европы в беге на 110 м с барьерами.

Литература

1. Алтайский край. // Большая Российская энциклопедия. Москва, 2019.
2. Алтайский край. Научно-справочный атлас. Москва: изд-во ГУГК, 1978.- 222 с.
3. Балацкая И.А., Швецов А.Я., Ревякин В.С., Гатилов Ю.А. Город Барнаул на рубеже XX и XXI столетий. Природные условия, экология, экономика, социальная сфера. Монография. Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2011. - 190 с.
4. Балацкая И.А., Швецова Г.В., Швецов А.Я., Чубара В.К. Алтай – царское имение (Алтай серебряный). – Барнаул: изд-во «Новый формат», 2019. – 228 с.
5. Брюханов В.А., Осьмушкин В.С., Швецов А. Я. О влиянии нового мостового перехода через р. Обь в г. Барнауле на природную среду//Проблемы экологии и природопользования в Алтайском крае. – Барнаул: 1998. - С.39-40.
6. Герасимов И.П., Чичагова О.А. Некоторые вопросы радиоуглеродного датирования почвенного гумуса.//Почвоведение.1971,№10.
7. Глазовская М.А. Почвы мира.Ч.1, ч.2. М.: изд-во МГУ, 1972.
8. Грибанов Л.Н. К познанию природы черных бурь в Кулундинской степи Алтайского края.//Почвоведение, 1954. № 9.

9. Демин А.Г. Геологическое строение. Энциклопедия Алтайского края Том 1. – Барнаул: Алтайское книжное издательство, 1995. - С 17-26.

10. Денисов Н.Я. Строительные свойства лёссов и лёссовидных суглинков. М., 1972.

11. Красная книга Алтайского края : в 2 т. — 3-е изд-во перераб. и доп. — Барнаул : изд-во Алт. ун-та, 2016. — Т. 1 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / науч. ред. А. И. Шмаков, М. М. Силантьева. — 292 с.

12. Красная книга Алтайского края : в 2 т. — 3-е изд-во перераб. и доп. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2016. — Т. 2 : Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / науч. ред. Н. Л. Ирисова, Е. В. Шапетько. — 312 с.

13. Кригер Н.И. Лёсс, его свойства и связь с географической средой. М.: Наука. 1965.

14. Кукал З. Скорость геологических процессов. М.: Мир, 1987. - 90 с.

15. Лёссовые породы СССР: в двух томах. Том 1. Инженерно-геологические особенности и проблемы рационального использования//Под редакцией Е.М. Сергеева, А.К. Ларионова и Н.Н. Комиссаровой. – М.: Недра, 1986. – 232 с.

16. Минервин А.В. Роль процесса гипергенеза в формировании просадочных лёссовых пород юга Сибири. - В кн. Генетические основы инженерно-геологического изучения горных пород. М.: 1975. - С. 305-314.

17. Минервин А.В., Комиссарова Н.Н. Природа просадочности лёссовых пород. – В кн. Вопросы инженерной геологии и грунтоведения, вып. 5. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1983. - С.16-31.

18. Михайлов В. Е. , Швецов А. Я. Влияние замачивания грунтов на изменение их физико-механических свойств на промышленных площадках в г. Барнауле. // Подтопление застраиваемых территорий грунтовыми водами и их инженерная защита. М.: 1978.- С. 119-122.

19. Михайлов В.Е., Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Особенности лёссовых просадочных грунтов Алтайского края. // Проектирование и строительство зданий и сооружений на лёссовых просадочных грунтах. Том 1. Лёссовые породы и методы их исследования. Барнаул: 1980, - С. 149-152.

20. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Опыт применения инвентарной сваи ИИС-127 в тресте «АлтайТИСИЗ» для определения несущей способности забивных свай в лёссовидных суглинках. // Применение моделей свай на стадии изысканий. Киев: 1976. - С. 14-15.

21. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Влияние деятельности человека на изменение гидрогеологических условий застроенных территорий. // Водные ресурсы Алтайского края , их рациональное использование и охрана. Барнаул: 1978.- С. 170-172.

22. Осьмушкин В. С. , Паршиков Н. И., Швецов А. Я. Прогноз несущей способности свай в просадочных лёссовидных грунтах при условии их замачивания по данным испытания инвентарной сваей грунтов природной влажности. Инженерно-строительные изыскания. Сборник статей, № 1 (53). М.: 1979. –С. 62-66.

23. Осьмушкин В. С., Паршиков Н. И., Швецов А. Я. Расчет предельного сопротивления свай в просадочных замоченных грунтах по данным испытания

инвентарной сваей грунтов природной влажности. Информационный листок № 42-80. Алтайский межотраслевой территориальный Центр научно.-технической информации и пропаганды. Барнаул: 1980.

24. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я., Морев А. Ф. О повышении эффективности изысканий на просадочных грунтах.// Проектирование и строительство зданий и сооружений на лессовых просадочных грунтах. Том 1. Лессовые породы и методы их исследования. Барнаул: 1980, - С. 145-149.

25. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Некоторые проблемы рационального использования и охраны геологической среды в Алтайском крае.// Теория и практика природопользования. Барнаул: 1983. - С. 48-50.

26. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. О некоторых особенностях аллювиальных глинистых грунтов Алтайского края. // Современные геоморфологические процессы на территории Алтайского края. Бийск: 1984. - С. 45-47.

27. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Некоторые антропогенные формы рельефа и их влияние на геологическую среду.// Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края. Бийск: 1985. - С. 114-117.

28. Осьмушкин В.С., Морев А. Ф., Швецов А. Я. Изменение геологической среды под воздействием хозяйственной деятельности человека в интенсивно осваиваемых районах Алтайского края. // Влияние хозяйственной деятельности человека на геологическую среду. Бийск: 1986. - С. 30-31.

29. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Инженерно-геологические особенности лессовых пород юга Западной Сибири. // Там же. Барнаул: 1990. - С. 25-28.

30. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. «Ползучая» опасность в г. Барнауле. – Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции /АлтГТУ. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. – С.54-57.

31. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Опасные природно-техногенные процессы и геоэкологический мониторинг на территории г. Барнаула. – Гуманизм и строительство на пороге третьего тысячелетия. Тезисы докладов Международной научно-практической конференции /АлтГТУ. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 1999. - С. 57-60.

32. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Районирование Алтая по сейсмичности для строительства на основе карт ОСР-97 с учетом инженерно-геологических условий. //Материалы региональной конференции в Кузбассе. Кемерово: 2001. - С. 78-82.

33. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Особенности инженерно-геологических условий предгорий Салаира. // Геоморфология гор и предгорий. Материалы Всероссийской школы-семинара (Барнаул-Горно-Алтайск), 2002. – С. 228-231.

34. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Опасные природные (геологические) процессы на территории г. Барнаула, категории их опасности. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.) – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008, - С. 101-104.

35. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Сравнительная оценка несущей способности единицы длины или объема различных видов свай в лессовых грунтах Алтайского

края. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.) – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008, - С.104-107.

36. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980.

37. Попов В.В. Классификация лёссовых пород// Лёссовые породы Украины. Киев: изд-во АН УССР, 1957.- С.151.

38. Ревякин В. С. , Перемазов И. П. , Швецов А. Я. Комплексный атлас г. Барнаула.- Историческая и современная картография в развитии Алтайского региона: Тезисы докладов международной научно-практической конференции. Барнаул: изд-во Алт. гос. ун-та, 1997. - С. 130-132.

39. Ревякин В.С., Швецов А.Я. Инженерно-экологическое районирование Алтайского края. – //Проблемы экологии и природопользования в Алтайском крае. – Барнаул: 1998. 1998. - С. 48-49.

40. Ревякин В.С., Швецов А.Я. и др. Барнаул. Научно-справочный атлас. Барнаул, изд-во ПО «Инжгеодезия». 2006. - 100 с.

41. Ревякин В. С., Швецов А. Я., Дунец А.Н. Мостовой переход через р. Обь у г. Барнаула. – Литературно-художественный и краеведческий журнал «Барнаул», № 4, Барнаул: 2007. - С. 85-137.

42. Ревякина Н.В., Козырева Ю.В. Растительный покров Алтайского края. Барнаул: изд-во АГУ, 2013, - 73 с.

43. Родин Л.С., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М., Л.: Наука, 1965.

44. Рубинин Е.В., Козырев М.Г. О возрасте русского чернозема.// Почвоведение.1974, № 7.

45. Свиточ А.А., Боярская Т.Д., Воскресенская Т.И. и др. Разрез новейших отложений Алтая (стратиграфия и палеогеография Приобского плато, Подгорной равнины и Горного Алтая). М.: изд-во МГУ, 1978. - С. 18-21, 196-201.

46. Сергеев Е.М. Генезис лёссов в связи с их инженерно-геологическими особенностями. – Вестник МГУ. Сер. геол., 1976, № 5. С.3-15.

47. Смит Г.Т. Лёссовые отложения США. // Современный и четвертичный континентальный литогенез. М.: Наука, 1966. - 60 с.

48. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*). – М.: Госстрой России, 2019. – 115 с.

49. СП 115.13330. 2016. Геофизика опасных природных процессов. – М.: Госстрой России. Статус на 2020 г.

50. СП 226.13330 .2012.Инженерная защита территорий. – М.: Госстрой России. 2020.

51. СП 2.6.1.2523-2009. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). – М: Госстрой России, 2020. – 62 с.

52. СП 2.6.1.2612-10. ОСПОРБ. Актуализированная редакция 01.01.221. – М: Госстрой России, 2021.

53. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах, с изменением от 26.06.2020 (Актуализированная редакция СНиП-II-7-81*). – М: Госстрой России, 2014.

54. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах (Актуализированная редакция СНиП-II-7-81*). – М: Госстрой России, 2018.

55. Трофимов В.Т. Об инженерно-геологическом содержании термина «лёсс» и его производных. // Инж. геология. 1992. № 6. С. 14-24.

56. Федорович Б.А. Географические условия распространения лёсса в Евразии. // Лёсс и лёссовые породы Украины. Киев: Изд-во АН СССР, 1957.

57. Черноусов С. И., Арефьев В.С., Осьмушкин В.С., Швецов А. Я., Арефьева В.И. Географические и инженерно-геологические условия Степного Алтая. – Новосибирск: Наука, 1988. - 97 с.

58. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Влияние деятельности человека на изменение инженерно-геологических условий территории г. Барнаула. // Проблемы охраны окружающей среды в свете решений XXУ съезда КПСС. Барнаул: 1977. - С. 135-138.

59. Швецов А. Я. Замачивание грунтов и изменение их физико-механических свойств на площадке Барнаульского Шинного комбината. // Проблемы охраны окружающей среды в свете решений XXУ съезда КПСС. Барнаул: 1977. - С. 139-141.

60. Швецов А. Я., Морев А. Ф. Грунтонос вакуумный для отбора монолитов грунта в основаниях сооружений. Информационный листок № 598-80. Алтайский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Барнаул: 1980.

61. Швецов А. Я. , Морев А. Ф. Зондировочно-буровой агрегат на базе установки типа УГБ-50 М. Информационный листок № 164-81. Алтайский Межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Барнаул: 1981.

62. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С., Морев А. Ф. Рациональное использование геологической среды при строительстве зданий и сооружений на просадочных грунтах в условиях Алтайского края. // Вопросы охраны природы в промышленности, в строительстве и на транспорте. Барнаул: 1983. - С. 84-86.

63. Швецов А. Я. ,Осьмушкин В. С. Осадки и деформации сооружений Алтайского коксохимического завода как результат изменения геологической среды под антропогенным воздействием. // Вопросы охраны природы в промышленности, в строительстве и на транспорте. Барнаул: 1983. - С. 92-93.

64. Швецов А. Я. К вопросу о просадочных грунтах в долинах рек на Алтае. // // Современные геоморфологические процессы на территории Алтайского края. Бийск: 1984. - С. 69-72.

65. Швецов А. Я. Грунтонос для отбора монолитов просадочных грунтов. Информационный листок № 14-84. Алтайский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации и пропаганды. Барнаул: 1984.

66. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Развитие осадок фундаментов сооружений коксохимического завода при строительстве и в начальный период

эксплуатации. // Влияние хозяйственной деятельности человека на геологическую среду. Бийск: 1987. - С. 70-72.

67. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. О «глиняном» карсте в лессовых отложениях Приобского плато. // Карст Алтае – Саянской горной области и сопредельных горных стран. Барнаул: 1989. - С. 62-63.

68. Швецов А. Я. К вопросу о «погребенных почвах» Алтая. // Лессовые просадочные грунты как основания зданий и сооружений. Книга 3. Инженерно-геологические особенности лессовых пород. Техническая мелиорация. Барнаул: 1990. - С. 31-34.

69. Швецов А. Я. О генезисе лессовых просадочных грунтов Приобского плато. // Лессовые просадочные грунты как основания зданий и сооружений. Книга 3. Инженерно-геологические особенности лессовых пород. Техническая мелиорация. Барнаул: 1990. С. 34-39.

70. Швецов А. Я., Швецова Г. В. Эолово-почвенная гипотеза происхождения лессов Алтая.- Инженерная геология, № 4. М: 1992. - С. 119-125

71. Швецов А. Я. О содержании термина «лесс» - Инженерная геология, № 5.- М.: 1994. - С.110 – 112.

72. Швецов А. Я. Лессы Алтайского края.-Вестник Алт. гос. техн. ун-та, № 1, 2000. Изд. АлтГТУ, Барнаул - С. 29-35.

73. Швецов А. Я. К вопросу о влиянии эоловых процессов на почвообразование, движение почвенного профиля по вертикали, возраст и мощность почв. Сборник научных трудов АГАУ «Проблемы природопользования на юге Западной Сибири.- Барнаул: изд. АГАУ, 2000. - С. 64-70.

74. Швецов А. Я. Рельеф г. Барнаула. Энциклопедия. Барнаул.: изд. Алт. гос. ун-та, 2000. - С. 257-258.

75. Швецов А. Я. Геологическое строение территории г. Барнаула. Энциклопедия. Барнаул.: изд. Алт. гос. ун-та. 2000. - С. 74.

76. Швецов А. Я., Бородавко В.Г. Оползневая зона. Энциклопедия. Барнаул.: изд. Алт. гос. ун-та. 2000. - С. 212, 213.

77.Швецов А. Я. Оползни Барнаульского Приобья. География и природопользование. Сборник статей. Выпуск 5. Изд. Алт. ун-та, 2002. - С. 268-277.

78. Швецов А. Я. ГОСТ на землетрясения (в историческом ракурсе). Вечерняя газета. № 151 от 03.10.2003.

79. Швецов А.Я. О степени благоприятности инженерно-геологических условий для строительства в г. Барнауле. Барнаул на рубеже веков: итоги, проблемы, перспективы: материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Барнаула. - Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. - С. 281-285.

80. Швецов А.Я., Осьмушкин В.С. Основные закономерности проявления сейсмической деятельности в Алтайском крае и на прилегающей территории.// Трансформация социально-экономического пространства и перспективы устойчивого развития России. Материалы международной научной конференции (18-21 сентября 2006 г., Россия). Барнаул: изд. ОАО «Алтайский Дом печати», 2006. - С. 288-289.

81. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Мониторинг загрязненности нефтепродуктами природной среды Барнаульской нефтебазы. // Трансформация социально-экономического пространства и перспективы устойчивого развития России. Материалы международной научной конференции (18-21 сентября 2006 г., Россия). Барнаул: изд. ОАО «Алтайский Дом печати», 2006. - С. 143-150.

82. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Последствия в г. Барнауле сильного землетрясения, произошедшего в Горном Алтае 23 сентября 2003 г. // Трансформация социально-экономического пространства и перспективы устойчивого развития России. Материалы международной научной конференции (18-21 сентября 2006 г., Россия). Барнаул: изд. ОАО «Алтайский Дом печати», 2006. - С. 153-158.

83. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Причины оползневых процессов на территории г. Барнаула. // Трансформация социально-экономического пространства и перспективы устойчивого развития России. Материалы международной научной конференции (18-21 сентября 2006 г., Россия). Барнаул: изд. ОАО «Алтайский Дом печати», 2006. - С. 158-161.

84. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Анализ результатов испытаний буронабивных свай, заложенных на просадочных грунтах в Алтайском крае. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.). – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008. – С. 136-139.

85. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Мониторинг геотехнической системы «Обской мост – природная среда». //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.). – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008. – С. 139-143.

86. Швецов А. Я., Осьмушкин В.С. Основные тенденции и прогноз развития опасных геологических и геотехнических процессов в г. Барнауле. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.). – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008.. – С. 150-153.

87. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Результаты испытания забивных железобетонных свай в просадочных грунтах Алтайского края. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.). – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008. - С. 161-166.

88. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Техногенное воздействие на развитие опасных природных процессов. //Строительный комплекс и градостроительство в свете выполнения национального проекта «Доступное и комфортабельное жилье – гражданам России» в Алтайском крае. Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Алтайского края (9-12 октября 2007 г.). – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2008. – С. 166-172.

89. Швецов А.Я., Горлов Е.А. Природные условия Барнаула. - Барнаул: изд.-во «Новый формат», 2020. - 188 с.
90. Швецов А.Я. Лессы Алтая. – Барнаул: изд-во «Новый формат», 2021. – 223 с.
- 90а. Швецов А.Я. Гидрогеологические условия территории города Барнаула. // Материалы X городской научно-практической конференции. - Барнаул, 2020. – С. 31-47.
91. Энциклопедия Алтайского края. Том 1. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. – 368 с. Том 2, 1996. – 488 с.
92. Швецов А.Я. Радиационное состояние территории Алтайского края. //Твой след на земле: экология Алтайского края. Сборник материалов VI городского семинара-практикума.-Барнаул, 2016.- С. 15-19.
93. Радиационная обстановка в курортной зоне «Белокуриха». //Экология. Культура. Образование: материалы восьмой городской научно-практической конференции/МБУ «Централизованная библиотечная система г. Барнаула имени М.Н. Ядринцева; [гл. ред. А.Я. Швецов].-Барнаул, 2020. С.

Фондовые и архивные материалы

94. Осьмушкин В.С., Арефьева В.И. и др. Геологические условия г. Барнаула. 1973. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ», архивный № 4290.
95. Осьмушкин В.С., Швецов А.Я. и др. Инженерно-геологические условия г. Барнаула. 2006. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ», архивный № 20469.
96. Осьмушкин В.С., Швецов А.Я., Ковтун Е.П. Отчет о работах по теме: «Обобщение материалов инженерно-геологических изысканий на территории г. Барнаула». Барнаул. 1992. Фонды ОАО «АлтайТИСИЗ».
97. Отчеты об инженерно-геологических изысканиях в г. Барнауле в 1963-2016 г.г. Барнаул. Фонды АО «АлтайТИСИЗ».
98. Технология бурения и опробования лессовых просадочных грунтов. 1987. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ», архивный № 14029.
99. Экспериментальные технологии проходки и опробования выработок на просадочных грунтах. 1987. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ», архивный № 13976.
100. Швецов А.Я. Эолово-почвенная гипотеза происхождения лёссов Алтая и их инженерно-геологические особенности. Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Барнаул. 1999. Научная библиотека Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.
- 101 Швецов А.Я., Осьмушкин В.С. «Сопоставление результатов штамповых и компрессионных испытаний лёссовых просадочных грунтов. 2016. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».
102. Добровольская И. А., Коновалов В. Н., Андреева Н. Е., Винокуров Ю. И., Швецов А. Я. и др. Комплексная схема охраны окружающей среды г.

Барнаул на период до 2010 г. Пояснительная записка. Том I. Многофакторный анализ условий проживания населения. – 476 с. Том II. Комплексные средоохранные мероприятия и планово-финансовые оценки. – 610 с. Том III. Основные положения. – Л.: «Ленгипрогор», 1990. – 1286 с.

103. Схема инженерной защиты г. Барнаул от опасных геологических и гидрологических процессов. – Москва, 1994. «Инжзащита».

104. Официальный сайт Алтайского края.

105. Промышленные предприятия Алтайского края. Торгово-промышленный портал. 2021 г.

106. Социально-экономическое развитие Алтайского края в 2018 г. Доклад губернатора Алтайского края.

107. Социально-экономическое развитие Алтайского края 2019 г. Доклад губернатора Алтайского края.

108. Итоги социально-экономического развития Алтайского края в 2020 г. Доклад губернатора Алтайского края. 2021 г.

109. Шокальский С.П., Гусев Н.И., Котельников Е. И. и др. Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 1. Геологическое строение Большого Алтая (Алтайский край и Республика Алтай). 1998. – 300 с.

110. Состояние и использование минерально-сырьевой базы Алтайского края (на 01.01.2017 г.). 2017 г.

111. Отчеты об инженерно-экологических изысканиях в г. Барнауле в 1963-2016 г.г. Барнаул. Фонды АО «АлтайТИСИЗ».

112. Постановление Администрации Алтайского края № 129 от 9 апреля 2015 г. «Об утверждении нормативов градостроительного проектирования в Алтайском крае (с изменениями на 13.07.2015). «Список населенных пунктов Алтайского края с указанием сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий (II категории грунта по сейсмическим свойствам) и трех степеней сейсмической опасности – 10% (карта А), 5% (карта В), 1% (карта С) вероятность превышения балла в течении 50 лет».

Иллюстрации

Обложка. Склон долины р. Оби. В верхней части обнажения лёссы. Фото В. Четошникова. Fotokto.ru.

Рис. 1. Барнаульский сереброплавильный завод. XIX в.

Рис. 2. Окисленная полиметаллическая руда. Азурит и малахит.

Рис. 3. Город Барнаул.

Рис. 4. ОАО «Кучуксульфат».

Рис. 5. Город Бийск.

Рис. 6. Приобское плато и его склон. kmitguru.ru.

Рис. 7. Бийско--Чумышская возвышенность. usynovizakaznik.blogspot.com.

Рис. 8. Кулундинская степь. Березовые колки.

Рис. 9. Предалтайская равнина. twitter-com.aurebeshtranslator.net.

Рис. 10. Предсалаирская равнина.

Рис. 11. Низкогорье. Белокуриха. altai-west.ru.

Рис. 12. Река Обь. photocentra.ru.

Рис. 13. Река Катунь.

Рис. 14. Река Каменка.

Рис. 15. Река Песчаная.

Рис. 16. Река Белокуриха.

Рис. 17. Колыванское озеро.

Рис. 18. Степь.

Рис. 19. Березовый лес.

Рис. 20. Чернозем обыкновенный.

Рис. 21. Каштановые почвы.

Рис. 22. Серая лесная почва.

Рис. 23. Березовый лес.

Рис. 24. Ленточный сосновый бор. Nat-geo.ru.

Рис. 25. Сосновый лес.

Рис. 26. Участок липового леса на Салаире. Фото Н.Лацинского.

Рис. 27. Черневая тайга на Салаире. Фото А. Королюка.

Рис. 28. Снежные барсы (ирбисы).

Рис. 29. Бурый медведь. Самый крупный хищник Алтая.

Рис.30. Марал.

Рис. 31. Косуля. Фото А. Грибкова.

Рис. 32. Выветрелые граниты.

Рис. 33. Геологический разрез отложений территории Барнаула.

Рис. 34. Склон Приобского плато. В обнажении лессы. Фото В. Четошникова.

Рис. 35. Склон Приобского плато. В верхней части обнажения лёссы.
Фото В. Четошникова.

Рис. 36. Оползень в Барнауле.

Рис. 37. Овраг в Барнауле. wikimapia.org.

Рис. 38. Овраг с отвершками на Приобском плато.

Рис. 39. Наводнение в Бийске. live-report.livejournal.com.

Рис. 40. Русловые процессы. Река Обь формирует острова и косы. Фото К.
Абросимова. photocentra.ru.

Рис. 41. Река Обь размывает берег. Фото С. Водяницкого. fotokto.ru.

Рис. 42. Корбалихинский рудник. шсу.рф

Рис. Камышлинский водопад yandex.ru

Каскад водопадов Шинок. waterfal.ru

ОБ АВТОРАХ

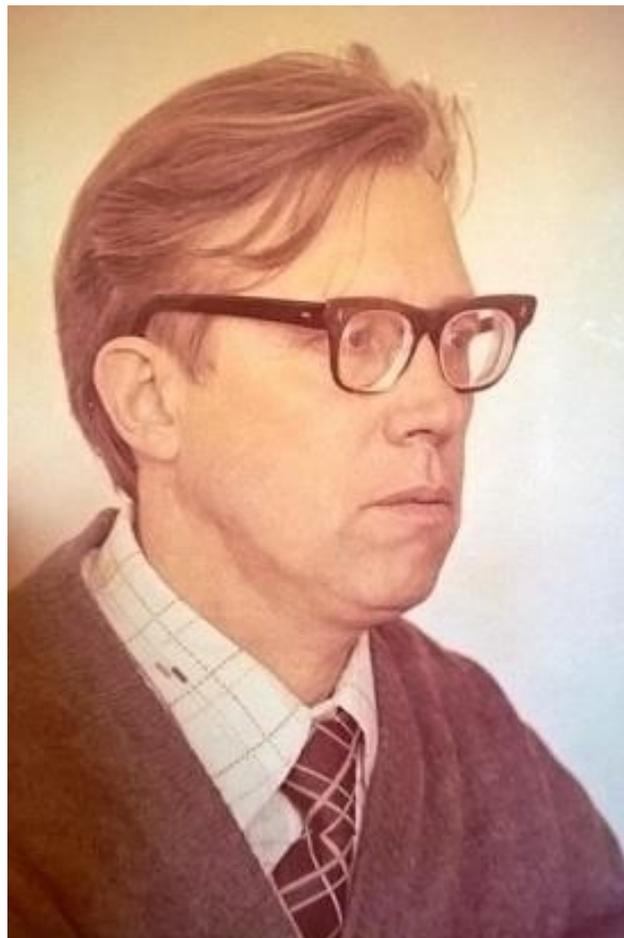
Швецов Анатолий Яковлевич окончил геологоразведочный факультет

Томского политехнического института. Кандидат геолого-минералогических наук. Выдвинул, разработал и защитил эолово-почвенную гипотезу происхождения лёссов.

В период работы в тематической партии Западно-Сибирского геологического управления принял участие в составлении государственного капитального труда СССР «Геология СССР. Том XIV, Западная Сибирь (Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская области, Алтайский край). Полезные ископаемые», книга 2, 1982 г. Соавтор главы «Облицовочные и поделочные камни Западной Сибири», дополнил ряд других глав.

В тот же период участвовал в составлении томов государственного труда «Геологическая изученность СССР», том 19, Алтайский край и Кемеровская область, выпуск II, периоды 1918–1928 гг., 1941–1945 гг., 1946–1950 гг., 1956–1960 гг., 1961–1965 гг., 1966–1970 гг. По всем выпускам составил ряд обзорных глав, а также порядка 1200 рефератов по техническим отчетам.

Принимал участие в составлении атласа «Барнаул. Научно-справочный атлас». Составил ряд карт: «Геологическая карта. Геологическое строение территории Барнаула», «Территории, подверженные опасным природным процессам», «Список чрезвычайных аномальных природных и антропогенных явлений за годы существования города Барнаула», «Промышленность».



На основании изучения архивных материалов, хранящихся в фондах Краевого архива Алтайского края, архивов и фондов Москвы и Санкт-Петербурга, установил год основания города Барнаула (1736 г.), что отразил в статье в газете «Алтайская правда» (1999 г.) и на международной конференции в Барнауле в 2004 г.

Принял участие в составлении энциклопедии «Энциклопедия Алтайского края. 2 тома». Для первого тома составил главу «Полезные ископаемые и минеральные ресурсы Алтайского края». Для второго тома составил десять статей.

Принял участие в составлении энциклопедии «Барнаул». Для этой энциклопедии составил шесть статей.

В ООО «АлтайТИСИЗ» проработал 37 лет в должностях от главного геолога до управляющего организацией.

В этот период осуществлял руководство изысканиями и принимал личное участие на многих объектах в полевых работах и в составлении технических отчетов, в том числе таких крупных, как:

- лыжный комплекс для сборной России в Хакасии (пос. Тёя) и биатлонный комплекс на Сахалине (г. Южно-Сахалинск);
- поиски и разведка пяти объектов подземных питьевых вод для поселков и г. Салехарда Ямало-Ненецкого автономного округа;
- изыскания в Якутии для строительства объектов Десовского и Таежного железорудных месторождений, Эльгинского угольного комплекса и др.

Руководил и принимал непосредственное участие в составлении инженерно-геологических карт городов Барнаула, Бийска, Рубцовска, Новоалтайска, Ярового, Славгорода, Заринска, Алейска и Камня-на-Оби, а также особых экономических зон «Бирюзовая Катунь» и «Сибирская монета».

Принял участие в составлении технических отчетов по инженерно-геологическим условиям г. Барнаула для «Схемы инженерной защиты территории г. Барнаула от опасных природных процессов» в 1992 г. и для Генерального плана города в 2007 г.

Является автором и соавтором 16 монографий и 122 опубликованных научных статей, в том числе 47 статей по инженерно-геологическим условиям г. Барнаула и монография «Город Барнаул на рубеже XX и XXI столетий (природные условия, экология, экономика, социальная сфера)» (2011 г.).

Под кориолисовой понимают фиктивную силу, которая действует на тело, движущееся в неинерциальной системе отсчета, в частности, во вращающейся. Чаще всего это понятие связывают с нашей планетой. Однако в любой системе, которая вращается вокруг некоторой оси, присутствует эта сила. Кориолисова сила отличается от центробежной, которая также является фиктивной. Действительно, центробежная сила стремится сдвинуть тело от оси вращения системы. Чтобы тело находилось в состоянии покоя, необходимо наличие противоположной ей силы - центростремительной. Она уже является настоящей. Сила Кориолиса же стремится искривить траекторию перемещения тела, так как в покое не действует. Названа эта сила в честь французского ученого XIX века Гаспара Кориолиса, который впервые получил формулу для ее вычисления. Кориолисову силу начали учитывать при изучении процессов в мировом океане и атмосфере только с конца XIX-начала XX веков. Пример с полетом с - Читайте подробнее на SYL.ru: <https://www.syl.ru/article/462094/sila-koriolisa-opisanie-formula-vliyanie-na-zemnyie-protsessyi-primer-zadach>

Сила Кориолиса — одна из [сил инерции](#), используемая при рассмотрении движения [материальной точки](#) относительно вращающейся системы отсчёта. Добавление силы Кориолиса к действующим на материальную точку [физическим силам](#) позволяет учесть влияние вращения [системы отсчёта](#) на такое движение^[1].

Названа по имени французского учёного [Гаспара-Гюстава де Кориолиса](#), впервые описавшего её в статье, опубликованной в [1835 году](#)^{[2][3]}. Иногда высказываются мнения, что первым математическое выражение для силы получил [Пьер-Симон Лаплас](#) в [1775 году](#)^[4], а эффект отклонения движущихся объектов во вращающихся системах отсчёта был описан [Джованни Баттиста Риччоли](#) и [Франческо Мария Гримальди](#) в 1651 году^[5].

Часто под термином «эффект Кориолиса» подразумевается наиболее важный случай проявления силы Кориолиса — который возникает в связи с [суточным вращением Земли](#). Так как [угловая скорость](#) вращения [Земли](#) мала (1 [оборот](#) в [день](#)), эта сила, как правило, мала по сравнению с другими силами. Эффекты обычно становятся заметными только для движений, происходящих на больших расстояниях при длительных периодах времени, таких как крупномасштабное движение воздуха [атмосферы](#) (вихреобразные [циклоны](#)) или [воды](#) в [океане](#) ([Гольфстрим](#)). Такие движения, как правило, происходят вдоль поверхности Земли, поэтому для них часто важна только горизонтальная составляющая силы Кориолиса. Она заставляет движущиеся вдоль поверхности Земли объекты отклоняться вправо (по отношению к направлению движения) в северном полушарии и влево в южном. Эффект горизонтального отклонения сильнее близ полюсов, так как эффективная скорость вращения вокруг локальной вертикальной оси значительно там и уменьшается до нуля у экватора^[6].



Содержание

- 1 [Предварительное рассмотрение](#)
- 2 [Определение](#)
- 3 [Теорема Кориолиса](#)
- 4 [Обсуждение](#)
 - 4.1 [Правило Жуковского](#)
 - 4.2 [Физический смысл](#)
 - 4.3 [Сила Кориолиса и закон сохранения момента импульса](#)
- 5 [Сила Кориолиса в природе и технике](#)
- 6 [См. также](#)
- 7 [Примечания](#)
- 8 [Литература](#)

Предварительное рассмотрение [\[править\]](#) | [\[править код\]](#)

Пусть в какой-либо [инерциальной системе отсчёта](#) (ИСО) имеется радиус, равномерно вращающийся вокруг перпендикулярной к нему оси. Если вдоль этого радиуса в направлении от центра вращения с постоянной относительно радиуса скоростью движется материальная точка (МТ), то вместе с увеличением расстояния от центра вращения, в ИСО возрастает и компонента скорости тела, направленная перпендикулярно радиусу. Значит, в данном случае компонента [ускорения](#) точки, перпендикулярная радиусу, отлична от нуля. Эта компонента ускорения МТ в инерциальной системе отсчёта и представляет собой **ускорение Кориолиса**.

При рассмотрении того же самого движения в [неинерциальной системе отсчёта](#) (НИСО), вращающейся вместе с радиусом, наблюдаемая картина будет другой. Действительно, в этой системе отсчёта скорость МТ не изменяется и, соответственно, компонента её ускорения, перпендикулярная радиусу, равна нулю. Значит, движение выглядит так, как будто во вращающейся системе отсчёта на МТ действует дополнительная сила, направленная противоположно ускорению Кориолиса и компенсирующая его. Эта дополнительная «сила», вводимая для удобства описания движения, но в действительности отсутствующая, и есть **сила Кориолиса**. Понятно, что данная «сила» позволяет учесть влияние вращения подвижной системы отсчёта на относительное движение МТ, но при этом никакому реальному взаимодействию МТ с другими телами не соответствует^[7].

Более строго — ускорение Кориолиса есть удвоенное векторное произведение вектора угловой скорости вращения системы координат на вектор скорости движения МТ относительно вращающейся системы координат^[8]. Соответственно, сила Кориолиса равна произведению массы МТ на её ускорение Кориолиса, взятому со знаком минус^[9].

Определение [\[править\]](#) | [\[править код\]](#)

Пусть имеются две системы отсчёта, одна из которых инерциальная, а другая движется относительно первой произвольным

образом и в общем случае является неинерциальной. Будем также рассматривать движение произвольной [материальной точки](#) массы m . Её

ускорение по отношению к первой системе отсчёта обозначим \mathbf{a} , а по отношению ко второй — \mathbf{a}' .

Связь между ускорениями \mathbf{a} и \mathbf{a}' следует из теоремы Кориолиса (см. ниже)^[10]:

где $\mathbf{a}'_{\text{переносное}}$ — *переносное* ускорение, а $\mathbf{a}'_{\text{Кориолиса}}$ — *ускорение Кориолиса* (кориолисово ускорение, поворотное ускорение). Напомним, что

$\mathbf{a}'_{\text{переносное}}$ переносным ускорением называют ускорение той точки системы отсчёта относительно системы отсчёта, в которой в данный момент находится рассматриваемая материальная точка^[11].

После умножения на массу точки и учёта [второго закона Ньютона](#), данное соотношение можно представить в виде

Величину \mathbf{F}_i называют *переносной силой инерции*, а величину \mathbf{F}_k — *силой Кориолиса* (кориолисовой силой). Обозначив их \mathbf{F}_i и \mathbf{F}_k соответственно, можно записать

Полученное выражение выражает основной закон динамики для неинерциальных систем отсчёта.

Из кинематики известно, что

где $\boldsymbol{\omega}$ — [угловая скорость](#) вращения неинерциальной системы отсчёта, \mathbf{v} — скорость движения рассматриваемой материальной точки в этой системе отсчёта; квадратными скобками обозначена операция [векторного произведения](#). С учётом этого для силы Кориолиса выполняется

Замечания

- Согласно принятой в русскоязычной литературе терминологии, кориолисово ускорение материальной точки — это часть её ускорения в *инерциальной* системе отсчёта [\[7\]\[10\]](#). Этим оно отличается, например, от центробежного ускорения, возникающего в *неинерциальной* системе отсчёта.
- В иноязычной литературе встречается альтернативное определение кориолисового ускорения с противоположным знаком: $-\mathbf{2}\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}$. В таком случае кориолисово ускорение и кориолисова сила оказываются связаны соотношением: [\[11\]\[12\]\[13\]\[14\]](#). В рамках такого определения кориолисово ускорение является частью ускорения тела в неинерциальной системе отсчёта.

Теорема Кориолиса [\[править\]](#) | [править код](#)

Пусть точка совершает [сложное движение](#): движется относительно неинерциальной системы отсчёта S со

скоростью \mathbf{v} ; система S при этом сама движется относительно инерциальной системы координат S_0 , причём линейная скорость движущегося в трёхмерном пространстве произвольным образом мгновенного центра

скоростей равна \mathbf{V} , а угловая скорость вращения системы S относительно мгновенного центра

скоростей равна $\boldsymbol{\omega}$. Мгновенный центр скоростей находится с помощью теоремы вращения Эйлера.

Тогда абсолютная скорость рассматриваемой точки (то есть её линейная скорость в инерциальной системе координат) будет такой:

, причём \mathbf{v}_0 —

где \mathbf{r} — радиус-вектор точки относительно мгновенного центра скоростей C . Первые два слагаемых в правой части равенства представляют собой *переносную скорость* точки, а последнее — её *относительную скорость*.

Продифференцируем это равенство по времени:

Найдём значение каждого слагаемого в инерциальной системе координат:

где \mathbf{a} — линейное ускорение точки относительно системы S , $\boldsymbol{\omega}$ — угловое

ускорение системы S .

Таким образом, имеем:

Полученное равенство служит математическим выражением **теоремы Кориолиса**: *Абсолютное ускорение точки в сложном движении равно геометрической сумме её переносного ускорения (сумма первых трёх слагаемых в правой части), относительного ускорения (четвёртое слагаемое) и*

добавочного кориолисова ускорения (последнее слагаемое), равного $2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}'$.

Используя обозначения \mathbf{a}_0 и $\boldsymbol{\omega}$, получим запись теоремы Кориолиса в более сжатом виде:

Сам Кориолис выражал в 1835 г. свои результаты в иной форме, вводя в рассмотрение переносную и кориолисову силы инерции; общепринятая же ныне чисто кинематическая формулировка теоремы Кориолиса предложена в 1862 г. [Анри Эме Резалем](#)^[19].

В частном случае вращательного движения инерциальной системы отсчёта относительно начала координат для того, чтобы точка относительно неинерциальной системы отсчёта двигалась прямолинейно по радиусу к оси вращения (см. рис.), необходимо приложить к ней силу, которая будет

противодействующей сумме силы Кориолиса $2\boldsymbol{\omega} \times \mathbf{v}'$, переносной вращательной

силы $\mathbf{a}_0 \times \mathbf{r}'$ и переносной силы инерции поступательного движения системы

отсчёта \mathbf{a}_0 . Составляющая же ускорения \mathbf{a}' не отклонит тело от этой прямой, так как является *осеостремительным переносным ускорением* и всегда направлена по этой прямой. Действительно, если рассматривать уравнение такого

движения, то после компенсации в нём вышеупомянутых сил получится уравнение $\mathbf{a}' = 0$,

которое если умножить векторно на \mathbf{r}' , то с учётом $\mathbf{r}' \times \mathbf{a}' = 0$ получим

относительно \mathbf{r}' дифференциальное уравнение $\mathbf{r}' \times \mathbf{a}' = 0$, имеющее при любых

\mathbf{r}' и \mathbf{a}' общим решением $\mathbf{r}' \parallel \mathbf{a}'$, которое и является уравнением такой прямой —

Обсуждение [\[править\]](#) | [\[править код\]](#)

Правило Жуковского [\[править\]](#) | [\[править код\]](#)

[Н. Е. Жуковский](#) предложил удобный способ нахождения кориолисова ускорения:

Ускорение Кориолиса можно получить, спроецировав вектор относительной скорости точки на плоскость, перпендикулярную вектору переносной угловой скорости, увеличив полученную проекцию в раз и повернув её на 90 градусов в направлении переносного вращения.

Физический смысл [\[править\]](#) | [\[править код\]](#)

Пусть точка движется со скоростью вдоль прямой к центру координат инерциальной системы отсчёта (см. рис.).

Тогда данное движение приведёт к изменению расстояния до центра

вращения и, как следствие, абсолютной скорости движения точки неинерциальной системы отсчёта, совпадающей с движущейся точкой — её переносной скорости.

Как мы знаем, эта скорость движения равна

Данное изменение будет равно:

Проведя дифференцирование по времени, получим

(Направление данного ускорения перпендикулярно

и).

С другой стороны, вектор для точки, остающейся неподвижной относительно инерциального пространства,

повернётся относительно неинерциального на угол . Или приращение скорости будет

При соответственно, второе ускорение будет:

Общее ускорение будет

Как видно, система отсчёта не претерпела

изменения угловой скорости. Линейная скорость относительно неё не меняется и

остаётся. Тем не менее, ускорение не равно нулю.

Если тело движется перпендикулярно направлению к центру вращения, то доказательство будет аналогичным. Ускорение из-за поворота вектора скорости останется

а также прибавляется ускорение в результате изменения центростремительного ускорения точки.

Введение в рассмотрение силы Кориолиса производится для того, чтобы иметь возможность описывать движение тел в неинерциальных системах отсчёта с помощью уравнений, по форме совпадающих с уравнением [второго закона Ньютона](#). В то же время сила Кориолиса никак не связана с каким-либо взаимодействием рассматриваемого тела с другими телами, а все её свойства определяются только обстоятельствами кинематического характера, обусловленными выбором конкретной неинерциальной системы отсчёта. В связи с этим о силе Кориолиса говорят, что она *не является физической силой*, и называют её *псевдосилой*^[16].

Сила Кориолиса не инвариантна относительно перехода из одной системы отсчёта в другую. Она не подчиняется [закону действия и противодействия](#). Движение тела под действием силы Кориолиса аналогично движению во внешнем силовом поле. Сила Кориолиса всегда является внешней по отношению к любому движению системы материальных тел.

Сила Кориолиса и закон сохранения момента импульса [\[править\]](#) | [править код](#)

Если вращающаяся лаборатория, принимаемая за неинерциальную систему отсчёта, имеет конечный [момент инерции](#), то в соответствии с [законом сохранения момента импульса](#) при движении тела по радиусу, перпендикулярному оси вращения, угловая скорость вращения будет увеличиваться (при движении тела к центру) или уменьшаться (при движении тела от центра). Рассмотрим эту ситуацию с точки зрения неинерциальной системы.

Хорошим примером может быть человек, который перемещается в радиальном направлении по вращающейся карусели (например, держась за ведущий к центру поручень). При этом с точки зрения человека он при движении к центру будет совершать работу против центробежной силы (эта работа пойдёт на увеличение энергии вращения карусели). На него также будет действовать сила Кориолиса, которая стремится отклонить его движение от радиального направления («сносит» его вбок), и противодействуя сносу (прилагая поперечное усилие к поручню), он будет раскручивать карусель.

При движении от центра центробежная сила будет совершать работу над человеком (за счёт уменьшения энергии вращения), а противодействие силе Кориолиса будет тормозить карусель.

Сила Кориолиса в природе и технике [\[править\]](#) | [править код](#)

Самый важный случай действия силы Кориолиса связан с [суточным вращением Земли](#). Поскольку [Земля](#) вращается, для правильного анализа движения объектов в [системах](#), привязанных к Земле, необходимо учитывать силу Кориолиса. Сила Кориолиса, вызванная вращением Земли, может быть замечена при наблюдении за движением [маятника Фуко](#)^[17].

В [Северном полушарии](#) приложенная к движущемуся поезду сила Кориолиса направлена перпендикулярно рельсам, имеет горизонтальную составляющую и стремится сместить поезд *вправо* по ходу движения. Из-за этого [реборды](#) колёс, расположенных по *правой* стороне поезда, оказываются прижаты к рельсам. Кроме того, поскольку сила Кориолиса приложена к [центру масс](#) каждого вагона, то она создаёт [момент силы](#), из-за которого возрастает нормальная сила реакции, действующая на колёса со стороны правого рельса в направлении, перпендикулярном поверхности рельса, и уменьшается аналогичная сила, действующая со стороны левого рельса. Понятно, что в силу [3-го закона Ньютона](#) сила давления вагонов на правый рельс также больше, чем на левый^[18]. На однопутных железных дорогах поезда обычно ходят в обоих направлениях, поэтому последствия действия силы Кориолиса оказываются одинаковыми для обоих рельсов. Иначе обстоят дела на двухпутных дорогах. На таких дорогах по каждой колее поезда движутся только в одном направлении, вследствие чего действие силы Кориолиса приводит к тому, что правые по ходу движения рельсы изнашиваются сильнее, чем левые. Очевидно, что в [Южном полушарии](#) из-за изменения направления силы Кориолиса больше изнашиваются левые рельсы^[19]. На экваторе эффект отсутствует, поскольку в этом случае сила Кориолиса направлена по вертикали (при движении вдоль экватора) или равна нулю (при движении вдоль меридиана).

Кроме того, сила Кориолиса проявляется и в глобальных масштабах. Вместо того чтобы течь непосредственно из области высокого давления в низкое, как это было бы в невращающейся системе, ветры и течения, как правило, текут вправо от этого направления в Северном полушарии и влево от этого направления в Южном. Поэтому правые берега рек в Северном полушарии более крутые — их подмывает вода под действием этой силы^[20] (см. [Закон Бэра](#)). В Южном полушарии всё происходит наоборот. Сила Кориолиса ответственна также и за вращение [циклонов](#) и [антициклонов](#)^[21] (см. [Географический ветер](#)): в Северном полушарии вращение воздушных масс происходит в циклонах против часовой стрелки, а в антициклонах — по часовой стрелке; в Южном — наоборот: по часовой стрелке в циклонах и против — в антициклонах. Отклонение ветров ([пассатов](#)) при циркуляции атмосферы — также проявление силы Кориолиса.

Силу Кориолиса необходимо учитывать при рассмотрении планетарных движений воды

в [океане](#). Она является причиной возникновения [гироскопических волн](#)^[22].

При идеальных условиях сила Кориолиса определяет направление закручивания воды — например, при сливе в раковине (феномен «[обратного закручивания воды при стоке](#)»). На практике эффект проявляется лишь в тщательно спланированных экспериментах, проведённых вдали от экватора, в которых используются строго симметричные сосуды, многочасовой отстой жидкости перед измерением, контроль внешних условий (стабильность температуры и отсутствие потоков воздуха)^[23].

См. также
