

**А.Я. Швецов, Е.А. Горлов**

**ПРИРОДНЫЕ  
УСЛОВИЯ  
БАРНАУЛА**

**Барнаул, 2020 г.**

ББК 63.3(253.37)

Ш 352

**Швецов А. Я., Горлов Е. А.** Природные условия Барнаула / Барнаул: Изд-во «Новый формат» (ИП Колмогоров И.А.), 2020 г. – 178 с.

ISBN 978-5-91556-784-8

В монографии рассматриваются природные условия территории г. Барнаула: климат, гидрология, геоморфология и рельеф, геологическое строение, гидрогеологические условия, опасные природные процессы, полезные ископаемые. Описываются ландшафты, почвы, растительный и животный мир. Рассматривается степень благоприятности инженерно-геологических условий для строительства. Отмечаются чрезвычайные природные и антропогенные явления в истории Барнаула. Рассмотрены проблемы и перспективы развития города.

Монография адресована широкому кругу читателей.

Рецензенты: Осьмушкин В. С., к. г.-м. н.,

Балацкий Д. В., к. м. н.

ISBN 978-5-91556-784-8

А

© Швецов А. Я., Горлов Е. А., 2020

© Общество с ограниченной ответственностью

«Алтайский трест инженерно-строительных изысканий», 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Общие сведения о г. Барнауле.....	6
2. Географическое положение, границы и территория.....	24
3. Геоморфология, рельеф.....	27
4. Гидрология (поверхностные воды).....	30
5. Климат.....	37
6. Ландшафты.....	45
7. Почвы.....	49
8. Растительный мир. Зеленый фонд.....	50
9. Животный мир.....	55
10. Геологическое строение.....	57
11. Гидрогеологические условия (подземные воды).....	63
12. Полезные ископаемые.....	67
13. Опасные природные процессы.....	70
Оценка сложности природных условий территории города.	
Категории опасности природных процессов.....	70
13.2. Оползнеобразование.....	74
13.3. Суффозия.....	87
13.4. Оврагообразование.....	89
13.5. Плоскостная эрозия.....	92
Просадочность лёссовых грунтов.....	94
Подтопление территорий.....	97
Морозное пучение грунтов.....	102
Затопление территорий (наводнения).....	104
13.10. Русловые процессы.....	106
13.11. Размыв и переработка берегов.....	110
13.12. Землетрясения.....	113
13.13. Основные тенденции и прогноз развития опасных природных процессов.....	115
14. Радиационное состояние территории.....	118
15. Антропогенное воздействие на природные условия города.....	119
16. Степень благоприятности инженерно-геологических условий для строительства в Барнауле.....	146
17. Чрезвычайные природные и антропогенные явления в истории Барнаула (в хронологическом порядке).....	150
18. Самые выдающиеся события, факты и рекорды Барнаула.....	152
19. Проблемы и перспективы развития города.....	156
20. Литература.....	167
21. Фондовые и архивные материалы.....	172
Об авторах.....	173

# 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 города и жизнь его населения, влияют на хозяйственную деятельность человека.

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

Примеры благоприятных природных условий Барнаула:

- климат Алтайского края, в том числе и города Барнаула, является самым теплым на территориях восточнее Урала;
- солнечная радиация высокая, как в Крыму;
- рядом река Обь, позволяющая населению купаться в летние месяцы;
- большое количество парков, скверов, множество посаженных деревьев на улицах и во дворах обеспечивают высокую степень озеленения города, вызывая восторг у приезжих.

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, сильный ветер 2 мая 1917 г. разнес искры костра и вызвал пожар, крупнейший за всё время существования Барнаула; сгорела значительная часть города (40 кварталов), погибли 34 человека. Просадочность грунтов обусловила деформации более 300 зданий и сооружений города. Частые затопления поселков Затон, Ильича и ряда других территорий приносят бедствия жителям. Оползни сносят дома, садовые участки, из-за них за последние 46 лет погибли 19 человек.

Книга предназначена для тех, кому важно знать природные условия города:

- руководству города 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;

- энергетикам для своевременного реагирования на изменение температуры воздуха и для рационального обеспечения обогрева жилых, общественных и производственных зданий, для ликвидации последствий обрыва проводов при ураганных ветрах, а также при их обледенении;

- 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 и учителям по барнауловедению) книга послужит в качестве пособия для проведения занятий по природным условиям.

Школьниками книга может быть использована в качестве учебного пособия.

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

Книга адресована широкому кругу читателей.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О г. БАРНАУЛЕ

Город Барнаул – один из самых крупных промышленных, транспортных и научно-культурных центров Западной Сибири, столица Алтайского края.

Барнаул имеет давнюю историю, насчитывающую свыше 280 лет.

Официально считается, что город возник в 1730 г. Но с этим не согласны многие историки, так как нет документов, подтверждающих эту дату. Судя по научным публикациям, большинство ученых считают, что город был основан в 1739 г., то есть в год начала строительства Барнаульского медеплавильного (с 1752 г. сереброплавильного) завода. Называют и другие даты, но только не 1730 г.

А. Я. Швецовым в 1999 г. впервые на документальной основе было установлено, что Барнаул был заложен в 1736 г. (газета «Алтайская правда» от 02.09.1999, № 194). Об этом автором было доложено на VI международной научно-практической конференции, проведенной Алтайским государственным техническим университетом в 2004 г. (Сборник статей. Барнаул: Изд. АлтГТУ. 2004. С. 223–228) [49а].

Документальные материалы свидетельствуют, что на месте Барнаула существовала деревня, основанная позже 1730 г., но ранее 1739 г.

На карте В. М. Шишкова 1736 года в устье Барнаулки (то есть в современных границах города) имеется «д. Усть-Барнаул» и «изба промышленная» (последняя – на месте нынешнего пос. Ерестной). Копия этой карты хранится в Центре хранения Архивного фонда Алтайского края (фр. 1736, оп. 1, д. 17). На более ранних картах П. Чичагова 1729 года и Г. Ф. Миллера 1734 года никакого поселения на месте нынешнего Барнаула нет. Кроме того, в составленном Г. Ф. Миллером в 1734 г. списке населенных пунктов Кузнецкого уезда среди 34 деревень Белоярской крепости нет «д. Усть-Барнаул» (Усть-Барнаульской деревни).

Таким образом, картографические материалы указывают на то, что деревня в устье Барнаулки существовала в 1736 г., но ее не было в 1734 г. То есть она могла быть заложена только в промежуток времени 1735–1736 гг. Поэтому на сегодняшний день наиболее ранним документом, в котором показана д. Усть-Барнаульская, является карта В. М. Шишкова, составленная в 1736 г. Формально именно 1736 год должен считаться годом заложения Барнаула.

Ряд исследователей, зная о существовании деревни в устье Барнаулки, всё же считают, что год основания города надо связывать с началом строительства медеплавильного завода (1739 г.), аргументируя это тем, что именно завод явился причиной развития города, а не деревня. **Но общепринято в мире считать датой основания любого города документально подтвержденные сведения о наиболее раннем поселении в пределах границ города.** Если отнести это к Барнаулу, то годом его основания надо считать 1736 год.

**Усть-Барнаульская деревня** существовала с 1736 по 1748 гг. Она относилась к Белоярской крепости Кузнецкого уезда. Посад (поселок) «Барнаульский завод» возник в 1739 г., когда 28 сентября началось

строительство Барнаульского медеплавильного завода (точнее, плотины для него на р. Барнаулке).

Строительство завода завершилось в 1744 г., и 5 июля этого года была выплавлена первая барнаульская медь.

До 1748 г. параллельно существовали деревня и посад. В 1748 г. деревня слилась с посадом. Органа самоуправления до 1753 г. не было. Всеми делами поселения ведал посадский староста. Первым старостой был Ф. Пьянков.

В XVIII и XIX веках посад «Барнаульский завод» (позднее город Барнаул) являлся производственно-административным центром Ведомства Кольвано-Воскресенских горных заводов (1748–1834 гг.), Алтайского горного округа (1834–1896 гг.) и Алтайского округа (1896–1917 гг.).

Посад «Барнаульский завод» в период 1780–1783 гг. был городом. Исполнительную власть осуществлял Барнаульский городской магистрат, имевший свою печать «городоваго магистрата».

22 июня 1822 г. было утверждено «Учреждение для управления сибирских губерний», по которому Барнаул приобрел статус среднелюдного окружного города в составе Томской губернии. Официальное открытие города Барнаула состоялось 20 марта 1824 г. Указ сената об этом появился в июле 1824 г.



*Рис. 1. Барнаул. Конец XIX века*

В апреле 1828 г. вышло высочайше утвержденное (императором Николаем I) «Учреждение об управлении Кольвано-Воскресенскими заводами», согласно которому Барнаул получил статус «горного города»: «Под именем горного города разумеется Барнаульский завод, в котором находится Кольвано-Воскресенское горное правление». За всю историю в России было только два горных города: Барнаул и Екатеринбург.

Как горный город Барнаул находился в ведении Кабинета Его Императорского Величества, а как окружной город подчинялся Томскому гражданскому губернатору. Барнаул, как горный город, как центр горнозаводского производства, оставался центром управления Ведомства Колывано-Воскресенских заводов (1828–1834 гг.), а затем Алтайского горного округа.

В 1868 г. распоряжением Кабинета Его Императорского Величества Барнаул был лишен статуса горного города.

Окружным городом Томской губернии (центром Барнаульской округи, с 1898 г. – Барнаульского уезда) Барнаул оставался до 1917 г.

При советской власти Барнаул в 1937 г. стал центром Алтайского края.

**Промышленный потенциал города значительный.**



*Рис. 2. Барнаульский сереброплавильный завод. XIX век*

Во второй половине XVIII в. и в XIX в. в Барнауле действовал сереброплавильный завод, поставлявший в казну наибольшее в стране количество серебра: 400–900 пудов в год.

Кроме этого завода в городе существовали небольшие предприятия: винокуренные и пивоваренные заводы, кожевенная фабрика, стекольный завод, мыловарни, кирпичный завод, бумажная фабрика и др.

В последней четверти XIX в. сереброплавильное производство на Алтае пришло в упадок, и в 1893 г. Барнаульский сереброплавильный завод был

закрыт. Город постепенно превратился из горнопромышленного центра в торгово-купеческий и промышленный центр Алтая.

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

В 30-х годах прошлого столетия в Барнауле вводится в эксплуатацию крупное предприятие союзного значения: меланжевый текстильный комбинат (ныне АО «Меланжист Алтая»). Сооружена первая теплоэлектроцентраль ТЭЦ-1.

Но настоящий промышленный подъем города связан с эвакуацией в Барнаул в 1941–1942 гг. свыше 100 промышленных предприятий из оккупированных территорий европейской части Советского Союза, в том числе 24 предприятий союзного значения. Из них следует отметить одесские заводы прессового оборудования, «Комсомолец» и «им. XVI партсъезда» (на их основе создан нынешний завод АО «Прессмаш»), 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»), московский завод «Арматура» и ленинградский завод «им. Матвеева» (на их основе был создан Барнаульский аппаратурно-механический завод, ныне ликвидированный), спичечная фабрика из г. Речицы (Белоруссия) и др. [2, 25].

Во второй половине XX в. продолжалось дальнейшее развитие промышленного потенциала города. Была создана энергетическая основа Барнаула: построены ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, Барнаульская теплоэлектроцентраль (районная котельная). Созданы многие крупные предприятия союзного значения: хлопчатобумажный комбинат, завод «Химволокно», Алтайский моторный завод, Алтайский шинный комбинат, завод резинотехнических изделий, завод технического углерода, завод синтетического волокна и др.

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 [61, 67].

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.



*Рис. 3. Вид на исторический центр Барнаула*

В Барнауле сформировались три промышленные зоны: Северная (иногда именуемая Северо-Восточной), Южная (Центральная) и Власихинская (иногда именуемая не промышленной зоной, а промплощадкой).

Южная промышленная зона формировалась вместе с развитием города в XVIII–XX веках. Предприятия ее не образуют единого массива, а располагаются преимущественно внутри административно-жилой застройки.

Северная и Власихинская промышленные зоны, возведенные позднее, в соответствии с современными требованиями градостроительства, вынесены за пределы селитебных массивов и находятся на окраинах города.

**Северная промышленная зона** расположена в северной части Барнаула, между бровкой Приобского плато и проспектами Космонавтов и Ленина. Площадь промышленной зоны – 12 км<sup>2</sup>. В ней сосредоточено 26 крупных заводов и ряд более мелких предприятий, составляющих основной промышленный потенциал города. Формирование ее началось в 1932 г., когда были заложены фундаменты первых корпусов меланжевого комбината, и завершилось в 90-е годы XX в.

В этой промышленной зоне преобладают предприятия машиностроения, нефтехимии, энергетики, легкой промышленности и стройиндустрии.

К первой отрасли относятся ОАО «Алтайдизель», ОАО «Барнаульский станкостроительный завод», ОАО «Барнаултрансмаш», АО «Прессмаш», АО «Барнаульский кузнечно-прессовый завод», ООО «Геофизика», АО «Алтайгеомаш», ОАО «Барнаульский радиозавод», ОАО «Барнаульский вагоноремонтный завод», ООО «Барнаульский завод котельного оборудования», ЗАО «Алтайский завод прецизионных изделий», ЗАО «Алтайский завод

специнструмента и технологической оснастки», ЗАО «Барнаульский ремонтно-инструментальный завод», ЗАО «Алтайталъ», АО «Алтайский завод топливных насосов», АО «Алтайский завод топливной аппаратуры», ЗАО «Завод алюминиевого литья», «Алтайский Металлист», ЗАО «Дизель-комплект». ЗАО «Сатурн-Барнаул», «Алтайская машиностроительная компания», АЗСМ «Прогресс», завод «Металлургия» [2, 25].

Нефтехимическая отрасль представлена ЗАО «Комбинат химических волокон», АО «Барнаульский завод асбестовых технических изделий», ООО «Алтайский шинный комбинат», ООО «Барнаульский завод резиновых технических изделий» (Барнаульский завод РТИ), АО «Барнаульский завод технического углерода», ООО «Капролит».

Энергетика представлена Барнаульским филиалом АО «Кузбассэнерго», АО «Барнаульская ТЭЦ-1», АО «Барнаульская ТЭЦ-2», Барнаульской теплоэлектроцентралью (районной котельной), ПО «Сибирская ассоциация энергетического машиностроения» (ПО «САЭМ»), производственным комплексом «Сибэнергомаш», Барнаульским заводом энергетического машиностроения.

Предприятия легкой промышленности: ЗАО «Барнаульский меланжевый комбинат «Меланжист Алтая», трикотажная фабрика «Сибирь», АО «Алтайкожа», фабрики валяной обуви, верхней одежды.

К строительной индустрии относятся: комбинаты железобетонных изделий № 1 (АО «КЖБИ-1») и № 2 (ЗАО «БКЖБИ-2»), ООО «Барнаульское деревообрабатывающее предприятие», завод строительных металлоконструкций, Барнаульский керамический завод, кирпичный завод «Рекорд».

Пищевую промышленность представляют: Барнаульский молочный комбинат «Молочная сказка», АО «Барнаульский ликеро-водочный завод», ООО «Алтайхолод», АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод», Барнаульский мясоперерабатывающий завод, АО «Барнаульский хлебокомбинат № 4», хлебокомбинат № 2. В этой зоне находится также завод «Медтехника» [2, 25].



*Рис. 4. Центральная часть города*

**Власихинская промышленная зона** (промышленная площадка) расположена на юго-западной окраине города, между пос. Новосиликатным и Павловским трактом. Начала формироваться в 60-х годах XX в. Площадь промышленной зоны 10 км<sup>2</sup> (вместе с незастроенными внутри нее территориями). Назначение ее – размещение промышленно-складского комплекса.

Здесь преобладают предприятия стройиндустрии: заводы стройматериалов, крупнопанельного домостроения (КПД-1 и КПД-2), ЗАО «Барнаульский завод ячеистого бетона», ЗАО «ЖБИ-100», завод экспериментального крупнопанельного домостроения, «Гидростройдеталь», ЗАО «ЖБИ-25».

В этой промышленной зоне находятся также ТЭЦ-3, заводы синтетического волокна, ООО «Трубопласт-А», ОАО «Барнаульский пивоваренный завод», АО «Алтайские макароны», вино-водочный завод «Тейси», ООО «Интер-Масло», колбасный цех «Альтаир», котельный завод «РЭП», предприятие «Алтайтара», ФГУП ПО «Алмаз», механический завод, «Экстрим», ЗАО «Сварочное оборудование», ЗАО «Ремметалл», Алтайский тракторный завод «Гранд». Большие площади занимают многочисленные базы и склады [2, 25].

**Южная (Центральная) промышленная зона** протянулась с востока на запад от Оби по левобережью долины р. Барнаулки до р. Пивоварки и далее по левобережью р. Пивоварки.

Как указывалось выше, предприятия здесь расположены среди жилой застройки, за исключением крайней восточной части (рядом с так называемым Ковшом).

**В восточной части Южной промышленной зоны** преобладают предприятия пищевой промышленности: ЗАО ЗКП «Барнаульская мельница», ООО «Алмак-Сибирский», АО «Барнаульский дрожжевой завод», хлебокомбинаты № 1 и № 5, АО «Мельник», ООО «Горвинзавод». Здесь же находятся заводы: АО «Элеватормельмаш» (машиностроительный завод), АО «Барнаульский завод «Кинодеталь», АО «Алтайкровля», ОАО «Канифольный завод», а также фабрики ЗАО «Динамо» (ЗАО «Барнаульская фабрика швейных спортизделий»), швейная фабрика «Авангард», ООО «Мебель БИС», завод «Аксонид», КГУП «Барнаульская фармацевтическая фабрика» [2, 25].

**В западной части Южной промышленной зоны** расположены преимущественно предприятия стройиндустрии и машиностроительной отрасли.

К стройиндустрии относятся «Участок по производству асфальтобетона Алтайавтодора», ПКФ АО «Силикатчик», комбинаты стеновых материалов и железобетонных изделий.

Машиностроительную отрасль представляют: АО «Алтайский завод агрегатов», АО «Алтайский прибороремонтный завод», ОАО «Барнаульский авторемонтный завод», ООО «Барнаульский завод металлоизделий», АО «Завод по ремонту электродвигателей», АО «Алтайский трансформаторный завод», ЗАО «Алтайагропромаш», ЗАО «Алтаймебельдрев».

Другие предприятия этой большой зоны: кондитерская фирма АО «Алтай», АО «Кондитерская фабрика», АО «Комбинат «Русский хлеб», хлебокомбинат № 6, ЗАО «Биотек», ООО «Барнаульский химический завод», ЗАО «Барнаульская зеркальная фабрика», АО «Барнаульская обувная фабрика», ООО «Нова» (завод лакокрасочных материалов), ЗАО «Барнаульская мебельная фабрика», завод «Алтайское масло» и фабрика «Алтайский трикотаж» [2, 25].

Вне названных промышленных зон находятся: АО «Алтайский приборостроительный завод «Ротор», ГУП «Барнаульский завод «Кристалл», овчинно-меховая фабрика «Руно», АО «Маслобойный завод», локомотивное и вагонное депо, судоремонтный завод в Затоне.

Индекс промышленного производства в 2018 г. по сравнению с 2017 г. составил 105,5 %. Наибольший рост объемов наблюдался в производстве транспортных средств, оборудовании для металлообработки, химической и перерабатывающей отраслей. Доля Барнаула в общем объеме промышленной продукции Алтайского края составила 23,7 %.

**Барнаул имеет довольно мощный строительный комплекс.** Подготовка строительства обеспечивается 11 изыскательскими и проектными организациями, среди которых выделяются профессионализмом работников ООО «АлтайТИСИЗ», ЗАО «Барнаулстройизыскания», ЗАО «Концепт», ЗАО «Сибгипросельхозмаш», АО «Алтайгражданпроект», АО «Барнаулгражданпроект» [2, 25].

Большое количество строительных организаций (ООО «Жилищная инициатива», ИСК «Союз», ПСК «Строительная перспектива», ИСК «Домстрой-Барнаул» и др.) позволяют ежегодно вводить в эксплуатацию жилые дома общей площадью до 300–500 тыс. м<sup>2</sup>. Строительные материалы и конструкции из них поставляют АО «КЖБИ-1», ЗАО «БКЖБИ-2», ЗАО «ЖБИ-100», ЗАО «ЗЖБИ-25», ЗАО «Завод ячеистых бетонов» и др.

В 90-х годах XX в. и в 2000-х годах основное строительство в городе велось южнее Павловского тракта, в микрорайонах 2000–2011, 2018, 2023. Превалирующая этажность жилых домов – 9-12 этажей. Они сооружались на свайных фундаментах. Малоэтажные 2-3-этажные здания (школы, детсады, офисы и др.) строились на ленточных фундаментах.

В XXI в., особенно в 2005–2018 гг., в Барнауле стали возводиться высотные 16–25-этажные здания по ул. Приречной в левобережье Оби и Барнаулки, по Павловскому тракту, пр. Красноармейскому и в других местах.

Ближние перспективы строительства (2020–2025 гг.) связываются с дальнейшей застройкой микрорайонов 2000–2011, 2018, 2023 южнее Павловского тракта и микрорайонов 2032–2034 севернее этого тракта. Отдаленные перспективы – это застройка прибрежной полосы на правом берегу Оби, между автодорожными мостами.

Развитию Барнаула и увеличению его промышленного потенциала способствует благоприятное **транспортно-географическое положение.**

**Барнаул является важным транспортным центром,** связывающим Сибирь и Дальний Восток с Казахстаном, среднеазиатскими республиками и Монголией [2].

Город находится на подъезде от федеральной автомагистрали Р-256 «Чуйский тракт». Здесь начинается федеральная трасса А-322 Барнаул – Рубцовск – граница с Республикой Казахстан.

Барнаул имеет железнодорожный вокзал, автовокзал, речной пассажирский вокзал, грузовой речной порт, а также международный аэропорт им. Г. С. Титова, расположенный в 17 км западнее города.

Через Барнаул проходят железнодорожные магистрали Южсиб и Турксиб, относящиеся к Западно-Сибирской железной дороге. От города отходит пять железных дорог: на Новосибирск (с выходом на Транссибирскую магистраль), на Рубцовск (и далее в Казахстан и Среднюю Азию), на Заринск (и далее в Кузбасс), на Кулунду (и далее на Павлодар) и на Бийск.



*Рис. 5. Здание городской администрации на пр. Ленина*

Автомобильными дорогами 3-й категории Барнаул связан со всеми городами и 60 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.

Международный аэропорт осуществляет воздушные сообщения с рядом зарубежных стран, с Москвой, Санкт-Петербургом и другими городами России, с городами и районными центрами Алтайского края.

Речной порт обеспечивает связь по р. Оби с Новосибирском, Томском и др. В городе имеется порядка 780 улиц, 11 проспектов, четыре тракта и 126 переулков и проездов. Значительная часть из них появились недавно, за последние полвека.

Их общая длина в 1757 г. составляла 7 км, в 1912 г. – 131 км, в 1970 г. – 577 км, в 2018 г. – более 700 км.

Основными транспортными магистралями города являются проспекты Ленина, Космонавтов, Калинина, Красноармейский, Строителей, Комсомольский, тракты Змеиногорский, Павловский и Правобережный, улицы Малахова, Петрова, Попова, Северо-Западная, Юрина, Аванесова, Челюскинцев, Партизанская, Чкалова, Кутузова, Воровского, 8-го Марта, Парфенова, бульвар 9-го Января и др.

Через Павловский тракт осуществляется связь Барнаула с западными районами Алтайского края, с городами Камень-на-Оби и Новосибирском. Через Змеиногорский тракт – с южными районами Алтайского края, с городами Алейск, Рубцовск и с Республикой Казахстан. Через Правобережный тракт – с северными, восточными и юго-восточными районами Алтайского края, с городами Бийском, Новосибирском и с Республикой Алтай.

Для всех основных магистралей 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.

В Барнауле находится 46 мостов и путепроводов, возведенных через реки Обь, Барнаулка, Пивоварка, через овраги и напряженные магистрали. Наиболее важное значение из них имеют три моста, сооруженных через Обь. Кроме того, имеются три пешеходных тоннеля.

Строительство первого железнодорожного моста через р. Обь осуществилось в очень сжатые сроки, всего за два года: началось 19 октября 1913 г. и завершилось в октябре 1915 г.: 8 октября из Новониколаевска (ныне г. Новосибирск) в Барнаул прибыл первый пассажирский поезд.

В строительстве моста участвовало 2,5 тыс. человек. Мост железобетонный, с двумя береговыми и восемью промежуточными опорами. Длина его 747 м.

В 1959 г. над железнодорожным мостом была сооружена надстройка автодорожной эстакады.

В 1987 г. был сооружен новый железнодорожный мост через Обь в 30 м ниже по течению от старого моста.

Автомобильная эстакада над старым железнодорожным мостом имеет небольшую ширину и обеспечивает лишь двухполосное движение автомобилей. Нормативная пропускная способность ее – 10 092 физических автомобиля в сутки, а с учетом простоев и задержек – 8074 автомобилей в сутки. Дальнейшее развитие автотранспорта в 60–70-е годы XX в. привело к тому, что на рубеже 70–80-х годов XX в. пропускная способность моста была исчерпана. Перед мостом появились «пробки», особенно в период уборки урожая.

Постановлениями Правительства СССР от 10.09.1975 г. № 790 и от 03.04.1984 г. № 269 было решено построить новый автодорожный мост через р. Обь у г. Барнаула выше устья Барнаулки. 25 июля 1997 г. состоялось рабочее открытие нового моста через Обь, а 19 октября 1998 г. он был принят в эксплуатацию федеральной госкомиссией.

#### **Основные объекты созданного мостового перехода**

1. Мост через Обь – длина 941,5 м, ширина 31,81 м. Устои (береговые опоры) и промежуточные опоры (их семь штук) – бетонные и железобетонные. Пролетные строения металлические, общим весом 12 606 т. Все пролеты судоходные. Мост предусматривает пропуск шести колонн автотранспорта. Пропускная способность моста – 69,4 тыс. приведенных автомобилей в сутки.

2. Левобережный и правобережный подходы к мосту через Обь – это магистральные улицы общегородского назначения, длиной 1356 и 1885 м.

3. Автодорога 1-й категории от правобережного подхода до федеральной дороги Р-256, длиной 12 178 м.

4. Мосты: через Барнаулку – длиной 70,95 м, через канал спрямления реки Лосихи – длиной 101,8 м, через канал отвода протоки Талой – длиной 77,35 м и другие сооружения.

**Торговля.** Барнаул в начале прошлого столетия был одним из крупнейших центров поставки на экспорт сливочного масла, ежегодно отправлял в Англию, Германию, Данию 400–500 тыс. пудов (до 1 млн пудов в 1913 г.). Кроме того, в другие регионы Сибири вывозились полушубки, валенки, сода, соль, лесоматериалы [2].

Во второй половине XIX в. и в начале XX в. торговля имела преобладающее значение в экономике города.

В 1845 г. в городе имелось 89 лавок и магазинов, в 1913 г. – 536 торговых заведений, в 1923 г. (начало НЭПа) – 726 предприятий торговли (в основном частных), в 1956 г. – 564 розничных торговых предприятия, в 1998 г. – 950 торговых заведений, в 2003 г. – 1239, в 2017 г. – 2234 стационарных предприятий розничной торговли. Из них 1113 магазинов непродовольственных товаров, 1016 магазинов продовольственных товаров, 105 магазинов смешанных товаров, 67 супермаркетов, 66 торговых центров, девять гипермаркетов и 44 универмага.

Особенно интенсивно строились объекты торговли в XXI в. В сфере услуг и торговли занято более 100 тысяч человек. Оборот розничной торговли в 2016 г. составил 64 млрд рублей.

Основные объекты торговли: торгово-развлекательные центры «Алтай», «Весна», «Европа», «Сити-центр», «Пионер», «Арена» и др., продовольственные супермаркеты торговых сетей «Мария-Ра», «Магнит», «Ярче», «Холидей Классик», «Бахетле», «Лента» и др. Работают сетевые супермаркеты электроники DNS, «М.Видео», «Пятый Элемент», «Эльдорадо», RBT.

Действуют пять продовольственных рынков: «Крытый», «Новый (Юбилейный)», «Сельскохозяйственный», «Продовольственный» и «Автомобильный».

**Земельные ресурсы.** В черте города Барнаула находится 32 201 га земель [2, 25].

Распределение земельной площади по видам использования:

- земли сельскохозяйственного использования – 33 % (10 555 га),
- под лесами в поселениях – 16 % (5013 га),
- водные объекты – 13 % (4307 га),
- земли промышленности, транспорта, связи, инженерных коммуникаций – 9 % (3029 га),
- многоэтажная жилая застройка – 4 % (1210 га),
- индивидуальная жилая застройка – 7 % (2236 га),
- общественно-деловая застройка – 2 % (624 га) и др.

**Жилищный фонд.** Площадь застройки Барнаула составляет 128,92 км<sup>2</sup>, или 38,7 % от общей площади территории в пределах границ города (322,01 км<sup>2</sup>) [2, 25].

Жилищный фонд в начальный период существования города (точнее, посада Барнаульского сереброплавильного завода) по документам 1763 и 1771 гг. составлял около 1 тыс. деревянных домов, в 1875 г. – около 2 тыс. деревянных домов и 82 каменных. Грандиозный пожар 2 мая 1917 г. уничтожил значительную часть жилищного фонда города. Тогда сгорело свыше 1000 домов, без крова остались 11 тыс. человек.

К 1918 г. жилищный фонд Барнаула насчитывал 172 тыс. м<sup>2</sup>.

В 1972 г. жилищный фонд города составлял 4,38 млн м<sup>2</sup>, в 1980 г. – 7 млн м<sup>2</sup>, в 1995 г. – 10,05 млн м<sup>2</sup>. В 2018 г. в Барнауле насчитывалось 3413 домов общей площадью 14 963 152 м<sup>2</sup>.

На одного жителя в 1926 г. в среднем приходилось 4,2 м<sup>2</sup>, в 1980 г. – 13,3 м<sup>2</sup>, в 2006 г. – 18,6 м<sup>2</sup>, в 2017 г. – 23,9 м<sup>2</sup>, в 2018 г. – 24,6 м<sup>2</sup> общей площади жилых помещений.

Анализируя развитие жилищного фонда города, следует отметить бурный рост его в 60–80-е годы XX в., когда прирост его ежегодно составлял 235–250 тыс. м<sup>2</sup>, в отдельные годы достигая 300 тыс. м<sup>2</sup>. В трудные 90-е годы рост жилищного фонда замедлился, но с 1996 г. наметился подъем темпов строительства жилья. В 2008 г. прирост жилья составил 384,1 тыс. м<sup>2</sup>, в 2009 г. – 389,4 тыс. м<sup>2</sup>, в 2010 г. – 390,8 тыс. м<sup>2</sup>, в 2015 г. – 608 тыс. м<sup>2</sup>, в 2017 г. – 378 тыс. м<sup>2</sup>, в 2018 г. – 520 тыс. м<sup>2</sup>.

За период 2010–2018 гг. построено 287 домов с общей жилой площадью 2 450 861 м<sup>2</sup>.

**Инженерные коммуникации.** Город имеет сложное коммунальное хозяйство, обслуживаемое 233 предприятиями, выполняющими работы по содержанию и ремонту подземных инженерных коммуникаций, поддержанию чистоты в Барнауле и его благоустройству.



*Рис. 6. Жилой дом на пр. Социалистическом*

Доля жилой площади, оборудованной водопроводом, канализацией, центральным отоплением и горячим водоснабжением, достаточно высокая (85–90 %).

Износ инженерных коммуникаций весьма значителен, особенно стальных водопроводных сетей и сетей канализации. В 80–90-е годы прошлого столетия износ подземных коммуникаций составлял 60–70 %.

В 2000-е годы началось обновление (замена) существующих аварийных сетей подземных коммуникаций и строительство новых сетей. В эти годы наблюдается улучшение коммунального хозяйства города: существенно увеличилась протяженность водоводов, уличных сетей водопровода, теплоснабжения, канализации, газоснабжения и электроснабжения.

**Водоснабжение г. Барнаула** осуществляется за счет поверхностных вод р. Оби и подземных вод кочковского, павлодарского, таволжанского, атлымского и островновского водоносных горизонтов Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна [2, 44, 63]. И поверхностные, и подземные воды используются как в питьевых целях, так и в хозяйственно-производственных.

Сравнивая химический состав, бактериологические свойства и другие показатели тех и других вод, следует отметить, что подземные воды являются более качественными.

Качество вод р. Оби низкое. Они не отвечают требованиям нормативов для питьевого водоснабжения по бактериальным, химическим и другим

показателям. Воды имеют повышенную цветность в весенне-летний период (во время половодья). В апреле – июне она достигает 25–30°. Прозрачность вод во все сезоны ниже нормы. Они характеризуются большим содержанием взвешенных частиц (от 10 до 130 мг/дм<sup>3</sup>) и повышенной жесткостью. Они загрязнены фенолом, нефтепродуктами (содержание последних в отдельные периоды превышает ПДК в 2-3 раза) и иногда пестицидами [2, 44, 72].

Качество подземных вод высокое. Они не имеют запаха, привкуса, цветность их обычно не превышает 15°. Жесткость умеренная. Воды отвечают всем требованиям нормативных документов, за исключением содержания фтора и железа. Содержание фтора в 2-3 раза ниже нормативного, а железа – выше ПДК.

Поверхностные воды подвергаются очищению и обеззараживанию.

Подземные воды подаются в водопроводные сети без очистки [2, 44].

Забор поверхностных вод производится из водозабора № 2, а подземных вод – из кустов эксплуатационных водозаборных скважин.

В настоящее время для питьевого водоснабжения большей части населения города используются менее качественные воды Оби, что достойно сожаления. В то же время значительная часть более качественных подземных вод используется промышленными предприятиями для технических целей, что является нерациональным.

Необходимо обеспечить всё население города более качественной питьевой водой из подземных водоносных горизонтов и ограничить (или полностью исключить) ее использование в промышленных целях.

Основным потребителем воды являются ЗАО «БАРНАУЛЬСКИЙ ВОДОКАНАЛ (Росводоканал Барнаул)» – до 100–110 млн м<sup>3</sup> (63 % от общего забора воды).

Для уменьшения водопотребления необходимо все промышленные предприятия перевести на замкнутые циклы водопользования. В настоящее время это внедрено лишь на теплоэлектроцентралях и на отдельных промышленных предприятиях.

**Население.** Население города в 2019 г., по данным Алтайкрайстата, составило 632,7 тыс. человек. Барнаул, согласно классификации по численности населения, относится к категории «**крупнейших**» городов.

Рост населения Барнаула за время его существования представляется в следующем виде (в тыс. человек): 1747 г. – 0,43; 1759 г. – 1,9; 1825 г. – 8,7; 1897 г. – 29,4; 1917 г. – 56,2; 1939 г. – 148,2; 1959 г. – 323; 1970 г. – 439,1; 1979 г. – 533,3; 1989 г. – 602,2; 1996 г. – 590,4; 1997 г. – 587,3; 2007 г. – 600,1; 2010 г. – 612,4; 2015 г. – 635,5; 2019 г. – 632,7 тыс. жителей [61, 67].



*Рис. 7. Жилой квартал «Лазурный-2». Фото ЖК «Лазурный»*

Население города росло очень неравномерно. За первое столетие оно выросло менее чем на 10 тысяч человек. Прирост за второе столетие составил около 140 тыс. человек, за третье столетие – 560 тыс., а за последние 60 лет – свыше 310 тысяч. Причем наиболее интенсивный прирост населения произошел за 40 лет XX столетия: с 1939 по 1979 гг. оно выросло на 385 тысяч человек.

Причин роста населения Барнаула несколько, но основная причина – интенсивное индустриальное развитие города в 50–70-х годах прошлого столетия, для чего потребовался значительный приток рабочей силы. Выдача паспортов колхозникам в 50-е годы позволила им переезжать в Барнаул.

В 90-х годах XX века в связи с разрухой в экономике и с миграцией населения число жителей Барнаула впервые сократилось на 15 тысяч. В нулевые годы XXI в. наблюдалось повышение численности жителей и в 2007 г. практически достигло уровня докризисного периода. В последующие годы наблюдалось повышение численности жителей, достигнув 635,5 тыс. человек в 2015 г. Затем рост числа жителей прекратился, составив на начало 2020 г. 632,7 тысяч человек.

Численность жителей городского округа – город Барнаул (с учетом жителей сельских населенных пунктов) в 1970 г. составила 484,8 тыс., в 1979 г. – 593,5; в 1996 г. – 653,8; в 1997 г. – 651,5; в 2019 г. (на 01.01.2020 г.) – 697 тыс. человек.

Численность жителей сельских населенных пунктов в пределах городского округа в 1970 г. составила 45,3 тыс., в 1997 г. – 64,2 тыс., в 2019 г. – 64,3 тыс. человек.

**Система здравоохранения** Барнаула состоит из 230 лечебно-профилактических учреждений. Действуют 15 краевых специализированных центров и межрайонных отделений, 30 городских больниц, в том числе три детские и две детские инфекционные, один госпиталь, 21 санаторий, четыре родильных дома, 53 поликлиники, из них семь детских и две стоматологические, девять муниципальных аптек [61, 67]. Коечный фонд муниципальных больниц составляет 5000 единиц. Работают травмпункты, женские консультации, станции переливания крови. Кроме того, функционируют ведомственные лечебные учреждения. Частные медицинские услуги представлены стоматологическими клиниками, аптеками, клиниками пластической хирургии и многопрофильными медицинскими центрами.

В лечебных учреждениях работают более 13 тыс. человек, из которых 2800 – врачи.

**Образование.** Вузы города:

- Алтайский государственный университет,
- Алтайский государственный технический университет,
- Алтайский государственный аграрный университет,
- Алтайский государственный медицинский университет,
- Алтайская государственная педагогическая академия,
- Алтайская академия экономики и права,
- Алтайская государственная академия культуры и искусств,
- Барнаульский юридический институт МВД России [61,67].

Филиалы вузов: Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Ленинградского государственного областного университета, Московского государственного университета культуры и искусств, Алтайский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Алтайский институт труда и права (филиал) Образовательного учреждения профсоюзов высшего образования «Академия труда и социальных отношений».

Средние специальные учреждения: семь техникумов, семь колледжей, два педучилища, музыкальное училище, медицинское училище, школа – учебный центр УВД [61, 67].

В систему просвещения города входят 83 общеобразовательные школы, восемь музыкальных и художественных школ и одна школа искусств.

Дошкольное образование Барнаула представлено 150 ведомственными, муниципальными и частными детскими садами. Их посещают более 21 тыс. детей [61, 67].

**Наука.** В Барнауле находится 13 научно-исследовательских институтов: НИИ садоводства Сибири им. М. А. Лисавенко с дендрарием, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Алтайский НИИ технологии машиностроения, Алтайский НИИ сельского хозяйства, Алтайский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры, Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия и др. [2, 61, 67]. В научно-исследовательских организациях и вузах научными исследованиями занимаются около 3700 человек, в том числе более 250 докторов наук и почти 1500 кандидатов наук.

**Культура.** Театры города: Алтайский государственный музыкальный театр, Алтайский краевой театр драмы им. В. М. Шукшина, Государственный молодёжный театр Алтая им. В. С. Золотухина. Для детей в Барнауле работает Алтайский государственный театр кукол «Сказка». Кинотеатры Барнаула: киноконцертный развлекательный комплекс «Мир», мультиплексы «Европа – Киномир» в ТРЦ «Европа» и «Огни – Киномир» в ТРЦ «Огни», восьмизальный кинотеатр в ТРЦ «Арена», кинотеатр «Премьера» и кинозал ДК посёлка Южного. В парке «Эдельвейс» работает многозальный 3D-кинотеатр «Матрица» [61, 67].

Клубные учреждения (дворцы культуры, дома культуры). В 2019 г. насчитывалось 21 клубное учреждение (в том числе сельские клубы). Наиболее известные из них: Дворец культуры города Барнаула (ранее – Дворец культуры шинного завода), дворцы культуры моторостроителей, АО «Сибэнергомаш», ООО «Трансмаш», «Южный», ДСИЗ «Титов-Арена» (в недавнем прошлом – Дворец зрелищ и спорта им. Г. С. Титова), дом культуры АО ВРЗ, др.



*Рис. 8. Корпус «М» Алтайского государственного университета*

Клубно-досуговые формирования. Наиболее известные из них:

- ансамбль классического танца «Эос» (Дворец культуры города Барнаула),
- студия Театра танца им. Р. Фибер (Дворец культуры города Барнаула),
- ансамбль народной музыки «Жалейка» (ДК «Южный»).

Муниципальные творческие коллективы. В Алтайском крае широкой популярностью пользуются музыкальные коллективы Барнаула: Алтайский

государственный оркестр русских народных инструментов «Сибирь», Барнаульский духовой оркестр, Русский камерный оркестр.

Музеи города: старейший в Сибири Алтайский государственный краеведческий музей, музей «Горная аптека», государственный музей истории литературы, искусства и культуры Алтая, государственный художественный музей Алтайского края, муниципальный музей «Город», музей истории православия на Алтае, галерея «Кармин», музей «Мир времени», музей истории развития образования, выставочный зал Союза художников Алтайского края, галереи современного искусства «Бандероль» и «Республика ИЗО» [61, 67].

Библиотеки. Первая публичная библиотека была открыта в 1922 г.

Главными библиотеками края являются Алтайская краевая универсальная научная библиотека им. В. Я. Шишкова, а также Алтайская краевая детская библиотека им. Н. К. Крупской.

Городские муниципальные библиотеки объединены в МУК «Централизованная библиотечная система г. Барнаула», в которую входят Центральная городская библиотека им. Н. М. Ядринцева и библиотеки-филиалы: 18 городских библиотек для взрослых и четыре детские библиотеки. Кроме того, имеется городской молодежный информационный центр.

Специализированные библиотеки представлены Алтайской краевой библиотекой для незрячих и слабовидящих, библиотеками вузов (Алтайской государственной академии культуры и искусств, Алтайского государственного аграрного университета, Алтайского государственного медицинского университета, Алтайского государственного технического университета, Алтайской государственной педагогической академии, Алтайского государственного университета) и краевой научной медицинской библиотекой [61, 67].

В Барнауле действуют планетарий, открытый в 1950 году, и зоопарк.

Культурное наследие. На территории Барнаула находится 281 объект культурного наследия, из них 22 памятника федерального значения и 259 – регионального и муниципального значения. Вопросами сохранения историко-культурного наследия занимается научно-производственный центр ГУК «Наследие».

В Барнауле издаются 15 газет: «Алтайская правда», «Свободный курс», «Купи-продай», «Вечерний Барнаул», «Профсоюзы Алтая», «Маркер экспресс», «Телепарк» и др. Выпускаются федеральные газеты с региональными вкладками: «Комсомольская правда», «Московский комсомолец», «Аргументы и факты», «Российская газета». Печатаются четыре литературных альманаха: «Алтай», «Август», «Альманах Алтая» и «Алтайский вестник» [61, 67].

**Спорт.** Первая городская детско-юношеская спортивная школа была открыта в Барнауле в 1946 г. В 2019 г. в городе работали 26 спортивных школ краевого и муниципального подчинения и Алтайское училище олимпийского резерва. В Барнауле имеются Дворец зрелищ и спорта «Титов-Арена», спортивный комплекс «Обь», Дворец спорта для детей и юношества «Победа»,

спортивно-оздоровительный комплекс ООО «Магис спорт», стадионы, спортзалы, плавательные бассейны, ипподром, лыжные базы, тир [61, 67].

В городе функционируют профессиональные спортивные клубы: хоккейный клуб «Динамо-Алтай», футбольный клуб «Динамо», волейбольный клуб «Университет», клуб по хоккею на траве среди женщин «Коммунальщик», баскетбольный клуб «АлтайБаскет». На базе школы № 110 действует парусный клуб «Одиссей».

Спортсмены Барнаула достигли определенных успехов в спорте. Среди них имеются чемпионы Олимпийских игр, мира, Европы, СССР и России.

**Барнаул является активно развивающимся городом.** Растет его промышленный потенциал. Серьезные успехи достигнуты в строительстве, особенно жилых зданий. Развивается транспортная инфраструктура города, введение в эксплуатацию нового автодорожного (коммунального) моста через р. Обь и обходных магистралей позволило решить многие экономические и экологические проблемы города. Высок авторитет научных и культурных организаций Барнаула.

## **2. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, ГРАНИЦЫ И ТЕРРИТОРИЯ**

Барнаул находится в северной части Алтайского края, располагаясь на берегу р. Оби (в левобережной ее части), у устья р. Барнаулки.

Географические координаты города (крайние точки границы Барнаула):

–  $53^{\circ} 11' 17''$  –  $53^{\circ} 28' 48''$  северной широты,

–  $83^{\circ} 33' 31''$  –  $83^{\circ} 53' 52''$  восточной долготы [2].

Географические координаты нулевого километра, от которого отсчитываются расстояния в Алтайском крае (у здания главпочтамта Барнаула):  $53^{\circ} 20,84'$  с. ш.  $83^{\circ} 46,74'$  в. д.

В Уставе города приводится понятие «граница городского округа – город Барнаул», установленная законом Алтайского края от 27.12.2008 г. № 144-ЗС «О статусе и границах муниципального и административно-территориального образования город Барнаул».

Граница городского округа – город Барнаул отделяет территорию городского округа от территорий других муниципальных образований.

Граница городского округа установлена с учетом необходимости создания условий для развития его социальной, транспортной и иной инфраструктуры, обеспечения органами местного самоуправления городского округа единства городского хозяйства, а также для осуществления на всей территории городского округа отдельных государственных полномочий, переданных городскому округу федеральными законами, законами Алтайского края.

Территория городского округа – город Барнаул включает земли в пределах границ города Барнаула, а также территорию сельских населенных пунктов, не

являющихся муниципальными образованиями, и прилегающие к ним земли общего пользования, рекреационные земли, земли для развития городского округа, находящиеся в границах муниципального образования, независимо от формы собственности и целевого назначения.

Ранее сельские земли именовались «Территория сельских земель, находящихся в ведении администрации Барнаула». Затем они получили название «Пригородная зона Барнаула».

Сельские земли составляют с городом единую природную, хозяйственную и социальную территорию, не входящую в состав иных муниципальных образований.

В пределах сельских земель находится 25 населенных пунктов, не являющиеся муниципальными образованиями: рабочий поселок городского типа Южный, села Власиха, Гоньба, Лебяжье, поселки Бельмесево, Березовка, Борзовая Заимка, Землянуха, Казенная Заимка, Конюхи, Лесной, Мохнатушка, Научный Городок, Новомихайловка, Плодопитомник, Пригородный, Садоводов, Центральный, Черницк, Ягодное, станции Власиха, Железнодорожная Казарма 242 км, Железнодорожная Казарма 250 км, Железнодорожная Казарма 253 км и Ползуново [61,67].

Численность населения города Барнаула в 2019 г. – 632,7 тыс. человек. Общая численность населения сельской территории составляет 64,3 тыс. человек, а городского округа – город Барнаул – 697 тыс. человек [61, 67].

Площадь территории города Барнаула в пределах административной границы – 322,01 км<sup>2</sup>. Площадь застроенной части – 128,92 км<sup>2</sup>.

Площадь территории сельских земель – 580 км<sup>2</sup>, а территории городского округа – город Барнаул – 900,01 км<sup>2</sup>.

Положение границы города Барнаула на местности можно представить в следующем виде, без детализации (рис. 9) [2, 51].

Граница проходит по южным окраинам пос. Ерестной, затем пересекает Змеиногорский тракт и идет на северо-запад по просеке. Пересекает р. Барнаулка западнее пос. Кирова и следует по просеке на северо-запад. Пересекает железную дорогу и по краю соснового бора идет на юго-запад до сельхозпредприятия «Пригородное», где поворачивает на северо-запад, пересекает пос. Пригородный и уходит далее на северо-запад до Павловского тракта (от этой точки до с. Новомихайловка 3 км). Затем граница идет по Павловскому тракту на восток – юго-восток на протяжении 6,7 км. Потом она поворачивает на северо-восток и проходит по северо-западной окраине коттеджной застройки.

Далее граница поворачивает сначала на запад, потом на север и западнее Туриной горы выходит на левобережную пойму Оби, пересекает реку и уходит на север до протоки Старая Обь, затем, сделав полупетлю, возвращается до р. Оби. Далее она идет на восток по р. Оби до протоки Старая Обь, затем по протоке Старая Обь на восток и юго-восток.

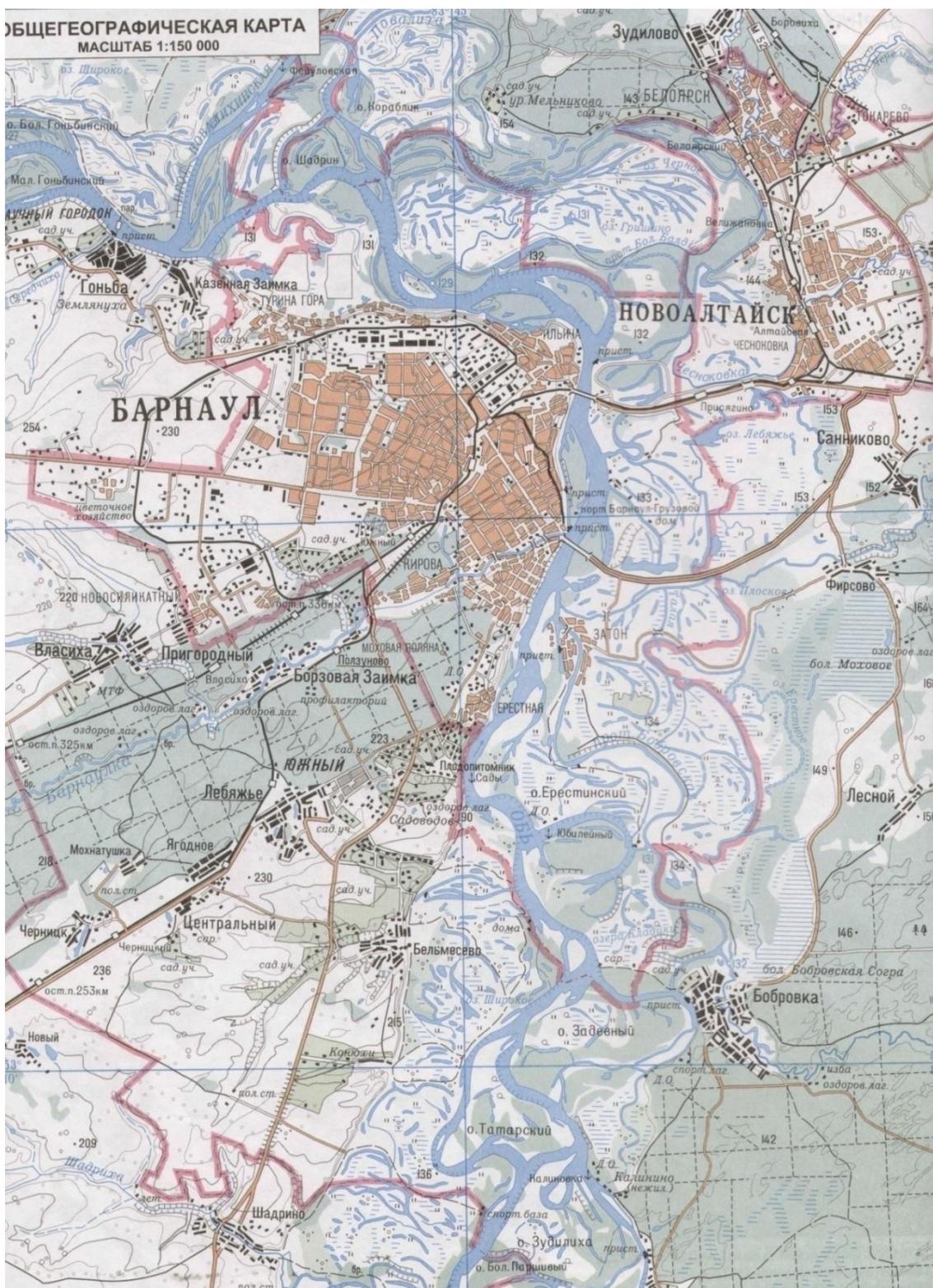


Рис. 9. Общегеографическая карта с границами города и городского округа

Потом граница поворачивает на юг и идет до р. Оби, затем по правобережной пойме Оби на восток до протоки Старая Обь. От нее граница поворачивает на юг и проходит по пойме до западной окраины остановочного пункта Присягино и далее на юго-восток и восток до протоки Талой. Затем она идет по этой протоке на юг и юго-восток, потом поворачивает на запад и идет

по пойме до Бобровской протоки (близ пос. Затон). Далее она по этой протоке проходит на юг и запад до р. Оби, проходя по северной окраине острова Задевный. Затем пересекает Обь и следует по левому берегу (частично по пойме) Оби на северо-запад до пос. Ерестной.

Город разделен на пять административных районов: Железнодорожный, Индустриальный, Ленинский, Октябрьский и Центральный с включением в них пригородной зоны.

### 3. ГЕОМОРФОЛОГИЯ, РЕЛЬЕФ

Рельеф территории Барнаула определяют основные геоморфологические структуры – Приобское плато и долины рек Обь и Барнаулка [2, 47, 63].

На Приобском плато расположена большая часть города: значительная часть центра Барнаула, северная, западная и юго-восточная (нагорная) его части.

#### **Приобское плато.**

*Приобское плато* – возвышенная полого-увалистая равнина в левобережье Оби с отметками 180–300 м. В пределах городской черты отметки плато изменяются от 185 до 251 м. Наибольшие отметки плато (230–251 м) наблюдаются в северной приобровочной части города (близ склона к долине р. Оби) и в западной его части. Здесь же находится и самая высокая точка (251,6 м), отмечаемая в 1 км юго-западнее АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод». Общее понижение поверхности плато прослеживается в юго-восточном (к долине р. Барнаулки) и в юго-западном направлениях до отметок 185–210 м.

Помимо этой общей закономерности изменения рельефа следует отметить и осложненность плато эрозионными геоморфологическими структурами средних и мелких форм: долинами Пивоварки, Сухого Лога, оврагами, западинами, мелкими понижениями типа «степных блюдец».

Наиболее крупная эрозионная форма – долина р. Пивоварки (нередко именуемая оврагом или логом) протяженностью 11 км. В западной периферии территории города прослеживается овраг Сухой Лог длиной 8,8 км. Этими эрозионными структурами расчленяется плато, осложняется рельеф. Они играют отрицательную роль в планировке города, в размещении жилых кварталов и промышленных комплексов.

Склон Приобского плато к долине Оби довольно крутой (25–60°), местами обрывистый, высотой 50–110 м. Склон неустойчив, подвержен оползнеобразованию, суффозионным процессам, плоскостному смыву, изрезан оврагами. Наиболее крупные овраги – близ Туриной горы (длина 2,2 км), вдоль железнодорожной выемки (1,6 км) и у пос. Ерестной (1,2 км).

Неустойчивость склона обуславливает неустойчивое положение зданий и сооружений на бровке плато.

Склон плато, тяготеющий к левобережной стороне долины Барнаулки, пологий (уклон  $2-10^\circ$ ), местами не выражен в рельефе (следствие переувлажнения песков 3-й надпойменной террасы Барнаулки и засыпки тылового шва этой террасы). Правобережный склон, обращенный к долине Барнаулки, относительно крутой ( $20-50^\circ$ ), высотой 25–40 м.



*Рис. 10. Террасированный склон долины реки Оби*

### **Долина Оби.**

**Долина Оби** – крупная межрегиональная структура линейного типа. Ширина ее в пределах Алтайского края достигает 20–50 км. В черте г. Барнаула она обрамляет Приобское плато с востока и севера и представлена низкой и высокой поймой. Надпойменные террасы в левобережье Оби на территории города отсутствуют, а в правобережье располагаются вне границ Барнаула.

Пойма в левобережье Оби развита не повсеместно. Она отмечается на участке от пос. Ерестной до первого речного водозабора, но преимущественно она развита ниже железнодорожных мостов: в районе пос. Ильича (шириной до 1,5 км) и на северо-западной окраине города (район золоотвалов, где ширина ее достигает 4 км).

В правобережье пойма тянется вдоль Оби шириной 5–7 км.

Высота поймы от 3–5 м (низкая пойма) до 5–6 м (высокая пойма) над меженным уровнем реки. Абсолютные отметки 132–135,5 м (чаще 133–134 м).

## **Долина Барнаулки.**

**Террасированная долина Барнаулки** (типичная аккумулятивная форма рельефа) прослеживается в центральных районах города, между ул. Молодежной и нагорной территорией и представлена поймой и тремя надпойменными террасами.

*Пойма* двусторонняя, неширокая (40–200 м), местами отсутствует. Высота ее над меженным уровнем Барнаулки от 0,5–1,0 до 1,5–2,0 м. В приустьевой части реки пойма подсыпана, а уровень ее поверхности поднят на 2–5 м.

*1-я надпойменная терраса р. Барнаулки* находится преимущественно на левом берегу. Ширина ее 500–800 м. Поверхность ровная, слабо наклоненная к реке. Абсолютные отметки 137–150 м. Граница между 1-й и 2-й надпойменными террасами проходит по улицам Никитина (ближе к устью Барнаулки) и Короленко (по удалении от устья реки). На правом берегу 1-я надпойменная терраса прослеживается локально, прерывистой полосой шириной 40–200 м.

*2-я надпойменная терраса* расположена на левом берегу реки. Ширина ее 500–950 м. Абсолютные отметки 150–170 м. Граница с 3-й террасой проходит по улицам Чкалова – Кирова.

*3-я надпойменная терраса* прослеживается в право- и левобережье Барнаулки. Ширина террасы 600–900 м. Абсолютные отметки 170–185 м. Граница ее с Приобским плато на левобережье Барнаулки проходит ориентировочно по ул. Молодежной.

Для террас (а особенно для 3-й террасы) характерен дюнно-рядовой рельеф в связи с проявлением эоловых процессов. Переивание песков поспособствовало сглаживанию границ между террасами. Планировочными работами при развитии города неровности рельефа также были в определенной мере сглажены, и в настоящее время в долине Барнаулки мы наблюдаем антропогенный рельеф.

**Антропогенное, в том числе техногенное, воздействие на рельеф** отмечается и на площадях других геоморфологических структур [2, 7, 20, 36, 52, 57].

На Приобском плато это в основном засыпка оврагов. В частности, засыпаны верховья Сухого Лога, в средней части он несколько раз пересыпан насыпями (по ул. Попова и ниже ее). В долине Пивоварки засыпано, спланировано и застроено верховье оврага вплоть до ул. Попова (здесь мощность отсыпки составляет более 10 м), ниже долина пересыпана по улицам Малахова, Северо-Западная, Павловский тракт и др. На склоне плато к долине Оби засыпаны верхние части большого количества оврагов близ промышленных предприятий: АО «Химволокно», ТЭЦ-2, завода технического углерода, АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод», Барнаульской нефтебазы и др., а также овраг по ул. Маяковского. Мощность отсыпки от 2–3 м до 20–25 м (у АО «Химволокно» и в овраге по ул. Маяковского).

Другой вид антропогенного воздействия на рельеф – террасирование Обского склона (как противооползневое мероприятие), выполненное на нескольких участках, наиболее крупный из которых – участок, примыкающий к Нагорному

парку (выше нового автомобильного моста), кроме того – расширение оврага в левобережье Оби под выемку у железнодорожных мостов.

В долине Оби наблюдается преимущественно техногенное воздействие, выраженное в отсыпке и намыве дамб для чаш золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 высотой 9–12 м на больших площадях (только секции первого и второго золоотвалов ТЭЦ-2 занимают территорию свыше 100 га) и в наполнении этих чаш золошлаковым материалом мощностью 8–10 м. Другой вид воздействия – отсыпка и намыв насыпей для железнодорожных и автомобильного мостов через р. Обь высотой до 15–20 м, формирование подмостовых ям в русле Оби глубиной 5–16 м, формирование искусственных озер на пойме при выемке грунта под насыпь автомобильного моста, дноуглубление Оби близ устья Бобровской протоки для прохода судов и др.

В целом следует отметить, что рельеф Барнаула благоприятен для создания положительного архитектурного облика города. С одной стороны, это относительно ровные территории Приобского плато, позволяющие тратить минимум средств на планировочные работы, иметь прямые магистрали, строить жилые массивы прямоугольной формы. С другой стороны, террасированная долина Барнаулки позволяет создавать своеобразные архитектурные ансамбли, причудливые вертикальные формы решения застройки территорий.

#### **4. ГИДРОЛОГИЯ (ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ)**

В пределах границ города протекают постоянные водотоки – реки Обь, Барнаулка, Лосиха, Талая, а также ряд временных водотоков, из которых наиболее значимыми являются Пивоварка и Сухой Лог.

##### **Обь.**

Река Обь является одной из крупнейших рек мира. Имеет площадь водосбора 2990 тыс. км<sup>2</sup> и общую длину 3640 км [2, 10, 26, 68, 69, 71]. 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. км<sup>2</sup>. Обь – судоходная река.

Средняя ширина русла Оби в районе г. Барнаула составляет 600–700 м, изменяясь от 320 до 1500 м. Средний уклон водной поверхности – 7 ‰, или 7 см на 1 км длины реки.

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 [2, 10, 26, 69, 71].

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. 1).

Таблица 1

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



Рис. 11. Вид на реку Обь и набережную. Фото А. Знаменщикова

Половодье многопиковое, с проявлением двух, иногда трех-четырех волн. В среднем половодье начинается в первой декаде апреля и заканчивается в конце июля.

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.

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. 2.

Таблица 2

Расход воды реки Оби у г. Барнаула

Характеристики уровней	Средние месячные расходы воды, м <sup>3</sup> /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 м<sup>3</sup>/с (см. табл. 2). Минимальный среднегодовой расход составил 1020 м<sup>3</sup>/с, максимальный – 2300 м<sup>3</sup>/с.

Средний максимальный расход воды в период половодья составляет 5460 м<sup>3</sup>/с. Наибольший расход воды, наблюдавшийся в 1969 г., составил 12600 м<sup>3</sup>/с.

Характерные уровни Оби приведены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика	Высший уровень				Низший уровень зимнего периода		Колебание уровня	
	за год		за период весеннего ледохода					
	см	дата	см	дата	см	дата	см	год
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 затапливается 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.

### **Барнаулка.**

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, имеет площадь водосбора 5,72 тыс. км<sup>2</sup> и длину 207 км (с озером Зеркальным 222 км). Общее падение реки 88 м, уклон 0,04 ‰. Средняя извилистость реки равна 1,2 [2, 7, 26, 69].

Русло р. Барнаулки извилистое, 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.

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.

Гидрологический режим Барнаулки характеризуют наблюдения гидрометеослужбы, проводившиеся в 1942, 1945–1959 годах. Основной фазой в режиме Барнаулки является весеннее половодье [69]. 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 м<sup>3</sup>/с (см. табл. 4).

Таблица 4

Средние величины расхода воды р. Барнаулки –  
г. Барнаул (1942, 1945–1959 гг.), м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup>/с. Наибольшая водность реки приходится на апрель, наименьшая – на январь – февраль.

В средний по водности год максимальный расход воды в Барнаулке составляет 50,6 м<sup>3</sup>/с. Наибольший измеренный расход, равный 124 м<sup>3</sup>/с, отмечен в апреле 1957 г. (см. табл. 5).

Таблица 5

Характерные расходы воды, м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup>/с.

Наибольший расход в годовом цикле вне половодья равен 1,88 м<sup>3</sup>/с, наименьший – 0,20 м<sup>3</sup>/с, средний равен 0,94 м<sup>3</sup>/с. При наступлении ледовых явлений расход воды в реке в среднем уменьшается до 0,35 м<sup>3</sup>/с.

Обеспеченные расходы воды приведены в табл. 6.

Таблица 6

Обеспеченные расходы воды

Обеспеченность паводкового стока, %	Расход, м <sup>3</sup> /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. 7.

Таблица 7

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)

**Реки Лосиха, Талая и основные временные водотоки**

**Река Лосиха** – правый приток р. Оби, имеет длину 150 км, площадь водосбора 1,5 тыс. км<sup>2</sup>. Начало берет из логов северо-западнее с. Лосиха Косихинского района и впадает в Обь напротив г. Барнаула, в 2 км выше по течению от старого железнодорожного моста. Ниже с. Баюновские Ключи (на 38 км от устья) река протекает по надпойменным террасам р. Оби, а ниже с. Фирсово (в 12 км от устья) – по пойме р. Оби. Расход воды у с. Фирсово при 10 % вероятности превышения (ВП) составляет 182 м<sup>3</sup>/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 г. Барнаула [2, 68, 69, 71]. 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.

**Река Талая** – берет начало из болота Бобровская Согра, расположенного на правосторонней пойме р. Оби близ сочленения с надпойменной террасой. Талая – своеобразная река, протекающая только по пойме Оби, впадает в р. Обь ниже пос. Затон [2, 68, 69]. Некоторыми исследователями Талая считается протокой Оби, но это не так, ввиду того, что она имеет только одно соединение с Обью (в устье). Длина реки 15 км, ширина 20–30 м. Русло выработанное, высота берегов от 1–3 до 3–4 м. В нижней части Талая также была канализирована при сооружении автомобильного мостового перехода. Берега канала не закреплены.

Пивоварка – малая река, левый приток Барнаулки. Длина 11 км, площадь водосбора 57 км<sup>2</sup> (вся в пределах городской застройки). Постоянный сток отмечается лишь в нижней части течения реки, а по всей реке – в период таяния снегов и сильных дождей. Аллювиальные отложения реки покрыты слоем антропогенных образований [2, 68].

#### **Временные водотоки.**

К временным водотокам относятся Сухой Лог, а также ряд ручьев в оврагах на склоне Приобского плато. Но следует отметить, что Сухой Лог в своем нижнем течении является постоянным водотоком.

**Сухой Лог** – левый приток Барнаулки. Длина 8,8 км, водосборная площадь 22 км<sup>2</sup>. В верхней и средней части практически не имеет стока (сток лишь в периоды таяния снегов и во время ливней). Постоянный сток отмечается только ниже дамбы, находящейся южнее завода синтетического волокна. Расход в летнюю межень 15–20 л/с [2, 68, 69].

#### **Водоемы.**

Из водоемов, находящихся на территории г. Барнаула, можно отметить ранее существовавший «Лесной пруд» на Барнаулке площадью 28 га, небольшие пруды (1–2 га) по рекам Пивоварке и Сухому Логу, а также ряд озер в пойме Оби (Хомутина, Долгое, Козел, Эрикалиха и др.). Самым крупным из них является оз. Лебяжье, на границе территории г. Барнаула, площадью порядка 30 га. Следует отметить также два искусственных озера в зоне отдыха на правом берегу Оби, севернее нового автомобильного моста через Обь. Эти озера были образованы в результате выемки песка для намыва правобережного подхода к новому автомобильному мосту [2, 68].

## **5. КЛИМАТ**

Климат Барнаула резко континентальный. Зима морозная, умеренно-суровая и снежная, а лето теплое и жаркое, умеренно-влажное.

Климат формируется в результате частой смены воздушных масс, поступающих из Атлантики, Арктики, Средней Азии и Восточной Сибири.

Ниже в табл. 8–17 приведены климатические параметры Барнаула по материалам многолетних наблюдений на метеостанции «Барнаул» за 138-летний период наблюдений (1881–2019 гг.). Источники: [2, 9, 29, 30, 33], а также климатические данные Барнаула на сайте «Погода и климат».

Таблица 8

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 9

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	434	636 (1908)	66 (1970)

Таблица 10

## 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 11

## 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 12

## 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 13

## 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	42
облачных	14	13	16	17	20	20	22	21	17	13	12	13	198
пасмурных	13	10	9	9	8	7	7	7	9	15	15	16	125
Нижняя облачность													
ясных	18	17	19	14	12	11	11	12	12	11	11	13	161
облачных	11	9	10	14	17	18	19	18	15	14	12	14	171
пасмурных	2	2	2	2	2	1	1	1	3	6	7	4	33

Таблица 14

## 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 15

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 16

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

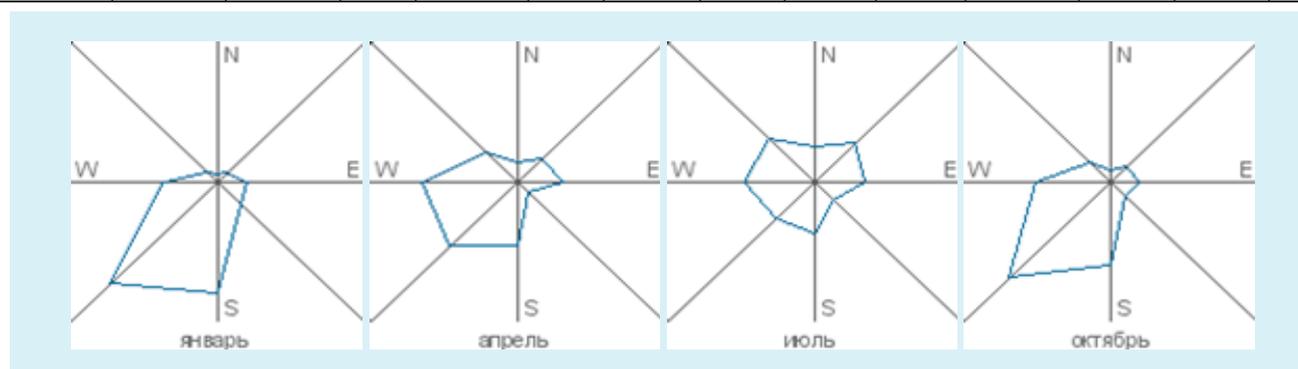


Рис. 12. Розы ветров в январе, апреле, июле, октябре



Рис. 13. Среднегодовая роза ветров по г. Барнаулу

Таблица 17

## 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	18
мгла	0	0	0	0,03	0,2	0	0,03	0	0,1	0,1	0	0	0
гроза	0	0	0	0,3	4	8	11	6	2	0,2	0,03	0	32
метель	12	11	7	1	0,1	0	0	0	0	1	7	14	53
гололёд	0,03	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,2	1
изморозь	5	5	3	0,1	0	0	0	0	0	0,2	3	4	20

Наиболее низкая температура  $-51,2$  С (абсолютный минимум) отмечена в январе 1931 г., максимальная температура воздуха  $+38,3^{\circ}\text{C}$  (абсолютный максимум) была достигнута в июле 1953 г. Годовая абсолютная амплитуда температуры воздуха равна  $89,8$  С. Среднегодовая температура  $+2,6$  С.

Среднегодовое количество осадков составляет 434 мм. Во время тёплого сезона (апрель – октябрь) выпадает 307 мм, или 71 % от общего их числа. Среднее количество дней с выпадением осадков составляет 220, из них 116 приходится на тёплый сезон.

По количеству выпадающих атмосферных осадков Барнаул относится к провинции недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения 0,8). Суточный максимум осадков в тёплый 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. 16).

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/м<sup>2</sup> в год.

Ниже приводятся климатические параметры холодного и теплого периодов года с различной обеспеченностью (вероятностью превышения) согласно СП 131.13330.2012. Строительная климатология (актуализированная версия СНиП 23-01-99\*) [29], необходимые для изыскателей, проектировщиков и строителей. Сведения по СП 131.13330.2012 составлены на основании наблюдений на метеостанции Барнаул за период 1881–2010 гг.

*Климатические параметры холодного периода года (ноябрь – март) [29].* Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 равна -44 С. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92 равна -40 С. Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98 равна -39 С, обеспеченностью 0,92 – -36°С. Температура воздуха обеспеченностью 0,94 равна -21°С. Абсолютная минимальная температура воздуха – -52°С. Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – 9,3°С.

Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха <0°С равна 163 дням (при средней температуре этого периода -11,1°С), со средней суточной температурой <+8°С – 213 дням (при средней температуре этого периода -7,5°С), со средней суточной температурой <+10°С – 230 дням (при средней температуре этого периода -6,3°С).

Средняя месячная относительная влажность наиболее холодного месяца – 78 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее холодного месяца – 75 %. Количество осадков за ноябрь – март: 117 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль: юго-западное. Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4 м/с. Средняя скорость ветра за период со средней суточной температурой воздуха <8°С – 3,4 м/с.

*Климатические параметры теплого периода года (апрель – октябрь) [29].* Барометрическое давление – 997 гПа. Температура воздуха обеспеченностью 0,95 равна +26°С, обеспеченностью 0,98 – +28°С. Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца (июль) – +26,3°С. Абсолютная максимальная температура воздуха – +38°С. Средняя суточная амплитуда температуры наиболее теплого месяца – 12,2°С. Средняя месячная относительная влажность наиболее теплого месяца – 69 %. Средняя месячная относительная влажность в 15 часов наиболее теплого месяца – 54 %. Количество осадков за апрель – октябрь: 299 мм. Суточный максимум осадков – 66 мм. Преобладающее направление ветра за июнь – август: северо-восточное. Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль – 0 м/с.

**Климатические феномены в истории города [2, 9, 30, 33]:**

– 1810/1811 гг. – суровая зима;

– 1810 – 1816 гг. – сильная засуха летом, неурожай;

- 1811 г. – жаркое лето, засуха;
- 1812 г. – очень сильная засуха летом, неурожай зерновых культур и трав;
- 1812 г., 9–16 января – очень сильные морозы (по данным Г. И. Спасского, ртуть замерзла в градуснике);
- 1867 г. – засуха, неурожайный год;
- 1877 г. – холодная зима;
- 1893 г. – суровая зима;
- 1896 г., 17 ноября – самое позднее появление снежного покрова за период 1881–1984 гг.;
- 1902 г. – засуха, неурожайный год;
- 1908 г. – наиболее дождливый год (670 мм осадков);
- 1908 г. – максимальное количество гроз в году (40);
- 1910 г., 19 июня – самый поздний заморозок;
- 1915 г. – жаркое лето;
- 1918/1919 гг. – зима с наибольшей продолжительностью устойчивости снежного покрова (190 дней);
- 1919 г., с 13 апреля по 31 мая – максимальная продолжительность периода без осадков (49 дней);
- 1921/1922 гг. – большое количество метелей за зиму (50 дней с метелями);
- 1926 г., 22 мая – самый поздний сход снежного покрова;
- 1929 г. – суровая зима;
- 1931 г. – суровая зима и жаркое лето;
- 1931 г., январь – абсолютный минимум температуры (-51,2°C);
- 1935–1936 гг. – максимальный накопленный запас воды за счет зимнего снега (185 мм);
- 1936 г., 13–16 января – туман продолжительностью 72,7 часа;
- 1937 г., 13 марта – самый ранний сход снежного покрова;
- 1937 г., 23 августа – самый ранний первый заморозок;
- 1937/1938 гг. – самая многоснежная зима, высота снежного покрова на защищенных участках достигла 82 см;
- 1938 г., 15–19 декабря – туман продолжительностью 96 часов;
- 1938 г. – холодное лето;
- 1941/1942 гг. – зима с самой малой продолжительностью залегания снежного покрова (135 дней);
- 1945 г. – жаркое лето;
- 1945/1946 гг. – большое количество метелей за зиму (50 дней с метелями);
- 1946 г. – самые продолжительные грозы (77 часов);
- 1946 г. – максимальное число случаев выпадения града (восемь случаев за год);
- 1947 г., июль – очень дождливый месяц (147 мм осадков);
- 1947 г., декабрь – абсолютный максимум давления (1047,4 гПа);
- 1947/1948 гг. – теплая малоснежная зима;

- 1948 г., 1 апреля – ранняя гроза (впервые за 67 лет гидрометеорологических наблюдений);
- 1950 г. – большое количество гроз (40 гроз, как в 1908 г.);
- 1950–1956 гг. – большое количество пыльных бурь;
- 1951 г. – продолжительность пыльных бурь составила 31 день;
- 1951 г. – сильная засуха;
- 1953 г. – сильная засуха;
- 1953 г., июнь – абсолютный максимум температуры (+38,3°C);
- 1953 г., 5 июля – максимальная по продолжительности гроза (9 часов);
- 1953 г., 18–19 августа – длительная сильная пыльная буря (18,3 часа);
- 1955/1956 гг. – малоснежная зима, высота снежного покрова составила лишь 21 см на защищенных участках;
- 1955 г., 11 декабря – позднее образование устойчивого снежного покрова;
- 1958/1959 гг. – теплая зима;
- 1959/1960 гг. – общая продолжительность метелей зимой достигла 580 часов;
- 1961 г., 25 марта – ранний сход снежного покрова;
- 1962 г., 27–30 ноября – длительная метель (79 часов);
- 1962–1963 гг. – минимальный накопленный запас воды за счет снега зимнего периода (24 мм);
- 1963/1964 гг. – теплая зима;
- 1966 г., 18 апреля – самый ранний последний заморозок;
- 1966 г., июль – сухой месяц (количество осадков – 4 мм);
- 1967 г., 24 мая – сильная пыльная буря, видимость до 50 м;
- 1968 г., 30 апреля – поздний сход снежного покрова;
- 1968 г., 14 мая – продолжительная пыльная буря (12,5 часов);
- 1968 г., 3 июня – продолжительная пыльная буря (14,3 часа);
- 1968 г., июль – абсолютный минимум давления (959 гПа);
- 1968 г., 1–2 ноября – продолжительная сильная пыльная буря (30 часов);
- 1968/1969 гг. – суровая зима с большой продолжительностью залегания снежного покрова (190 дней);
- 1969 г. – жаркое лето;
- 1973 г. – засушливый год, количество осадков составило 258 мм;
- 1975 г., 18 сентября – раннее появление снежного покрова;
- 1975 г., 5 октября – поздний первый заморозок;
- 2000 г., в новогоднюю ночь большая стужа, -37°C;
- 2002 г., 15 и 16 февраля – проливные дожди, впервые за 121 год гидрометеорологических наблюдений;
- 2019/2020 гг. – теплая многоснежная зима;
- 2020 г., 24 апреля – высокая температура в апреле, 31,5°C.

## 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 Барнаула относится к Барнаульскому району Верхнеобской провинции Западно-Сибирской страны.

Барнаул находится в лесостепной зоне близ сочленения ее со степной зоной. На территории города отмечаются две основные группы ландшафтов: на Приобском плато – степь с березовыми колками, в долине Барнаулки – сосновый лес в древней долине стока, называемый ленточным бором [2, 24].



*Рис. 14. Степь*

По морфотектоническим признакам и типу проявлений природной зональности ландшафты города относятся к классу равнинных. Они разделяются на подклассы возвышенных (Приобское плато), низменных (террасы Барнаулки и Оби) и низинных (поймы Оби и Барнаулки) ландшафтов.

По степени дренированности и своеобразию геохимического режима ландшафты Барнаула относятся к группе дренированных ландшафтов (Приобское плато и долины Оби и Барнаулки).

По генетическому признаку ландшафты Приобского плато относятся к эолово-пролювиальному типу, а долины Оби и Барнаулки – к аллювиально-эоловому типу.

По рельефу ландшафты Приобского плато полого-увалистые, а долин Барнаулки и Оби – плоские.

По составу пород (грунтов) ландшафты Приобского плато лёссово-суглинистые, а долин Оби и Барнаулки – песчаные.

Ландшафты Приобского плато вне застроенных и распаханых площадей представлены злаково-разнотравной ковыльной степью, реже колючими лесами и кустарниками на обыкновенных и выщелоченных черноземных почвах.

Ландшафты долины Барнаулки представлены ленточным сосновым бором.



*Рис. 15. Ленточный сосновый бор*

На I-III надпойменных террасах древесная растительность представлена соснами с редкими березами, преимущественно на серых лесных почвах, реже на черноземах, оподзоленных и дерново-подзолистых почвах.



*Рис. 16. Березовый лес*

В поймах Барнаулки и Оби 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.



*Рис. 17. Водный ландшафт. Река Обь: русло и пойма в период затопления*

На плато и надпойменных террасах развит овражно-балочный ландшафт, в котором выделяются крупные овраги Пивоварка и Сухой Лог.

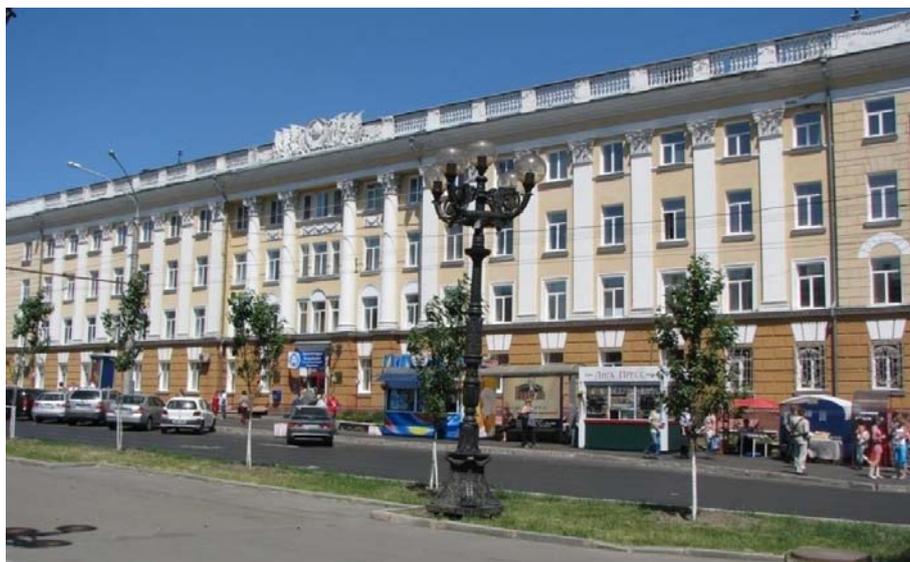
Водные ландшафты представлены реками Обью, Барнаулкой, Лосихой, Талой, протоками Оби, старицами и пойменными озерами.

Воздействие деятельности человека существенно изменило природный ландшафтный облик территории города.

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

Промышленная застройка 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.



*Рис. 18. Общественно-деловая застройка. Здание Алтайского государственного медицинского университета на проспекте Ленина*

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.

По существу, почти все ландшафты 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.



*Рис. 19. Общественно-деловая застройка. Здание Алтайского краевого суда на пр. Ленина*

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

Территория Барнаула находится в южной лесостепи близ границы с умеренно-засушливой колючей степью. По почвенно-географическому районированию она относится к зоне черноземов [2, 4, 16, 23, 25, 59]. Зональные почвы развиты на Приобском плато. Это черноземы обыкновенные и выщелоченные, малогумусные и среднегумусные, среднемощные. Мощность их 0,3–0,7 м, чаще 0,5 м. По минеральной составляющей почвы суглинистые (преимущественно в северной части территории города) и супесчаные (чаще на территориях, прилегающих к долине Барнаулки). Материнской породой служат лёссовые грунты: суглинки и супеси.

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 %.

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

В профиле черноземов выщелоченных выражены следующие почвенные горизонты:  $A_1$  – гумусовый,  $B$  – иллювиальный,  $B_k$  – карбонатно-иллювиальный и  $C_k$  – почвообразующей породы. Содержание гумуса – 4–6 %. Реакция среды верхних горизонтов почвы близка к нейтральной (рН водный 6,2–6,8), а нижних карбонатно-иллювиального горизонта – слабощелочная. Емкость поглощения в пахотном слое – 38–46 мг-экв. Содержание подвижной  $P_2O_5$  в 100 г почвы пахотного слоя – 6–17 мг,  $K_2O$  – 16–30 мг. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает Са, а Н и Al очень мало. Содержание легкорастворимых солей обычно не превышает 5 %. Механический состав суглинистый и супесчаный. В основном почвы среднемощные (0,5 м). Среди выщелоченных черноземов отмечаются также мощные (до 0,7 м) и высокогумусные (7–8,5 %).

Интразональные почвы развиты в долинах Оби и Барнаулки.

В долине Барнаулки на незастроенных территориях надпойменных террас этой реки, занятых сосновым бором, отмечаются серые лесные почвы, подзолистые и дерново-подзолистые почвы, а также черноземы оподзоленные мощностью 0,1–0,3 м. По минеральной составляющей это песчаные почвы. Содержание гумуса в верхнем горизонте этих почв – 3–4 %. Реакция среды слабокислая или нейтральная. Материнская порода – пески мелкие рыхлые.

На открытых пространствах I надпойменной террасы развиты лугово-черноземные и луговые почвы с признаками осолодения, среднесуглинистые и тяжелосуглинистые.

На поймах Оби, Барнаулки, Пивоварки наблюдаются аллювиальные луговые слаборазвитые малогумусные почвы и аллювиальные дерновые почвы, а на заболоченных пониженных участках пойм – болотные почвы.

Механический состав этих почв изменяется от песчаных до тяжелосуглинистых.

Почвы в Барнауле развиты не повсеместно. На застроенных территориях они в значительной мере были сняты при вскрытии котлованов под здания, сооружения, инженерные коммуникации и остались преимущественно на площадках между зданиями. Но там они, как правило, перекрыты насыпными грунтами («культурный слой» мощностью 0,5–1,5 м, представленный в основном бытовыми и строительными отходами). В последние 40–50 лет по завершении строительства проводится рекультивация земель площадок, прилегающих к возведенным зданиям. В частности, отсыпается и разравнивается слой гумусированного материала мощностью 0,3 м. Обычно для этого используется почва, снимаемая с площадок перед началом строительства и хранимая в буртах до начала рекультивационных работ. Она засеивается многолетними травами, формируя газоны.

В пределах границ города на незастроенных территориях почвы залегают сплошным покровом, за исключением нарушенных земель (карьеры, автомобильные и железные дороги и др.).

## 8. РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР. ЗЕЛЕНЬ ФОНД

Растительность Барнаула и его окрестностей относится к подзоне южной лесостепи. Растительный покров представлен степным, лесным и пойменно-луговым типами [2, 4, 15, 16, 59].

**Степные сообщества** отмечаются на незастроенных территориях Приобского плато. Это сосудистые растения, представленные разнотравно-злаковыми видами: кострецом безостым, ковылем, люцерной серповидной, овсяницей ложноовечьей, мятликом узколистным и др.

**Лесной покров** представлен Барнаульским ленточным сосновым бором, приуроченным к Барнаульской древней долине стока. Он протягивается по долине Барнаулки в северо-восточном направлении. Ширина его 5–6 км. На застроенной территории города он сохранился частично только в нагорной части Барнаула. На незастроенной территории внутри городской черты он занимает южную и юго-западную площади.

Всего в бору растет свыше 30 видов древесных и кустарниковых пород. Основная древесная порода бора – сосна. Реже встречаются береза, осина, тополь. Из кустарников отмечаются ива, карагана древовидная, калина, таволга, малина, черемуха и др. [2, 16].



*Рис. 20. Сквер на пр. Ленина. Ваза из ревневской яшмы*

Травяной покров бора представлен разнотравно-злаковыми и бобовыми видами: различные виды клевера, горошка, кошачья лапка двудомная, ежа сборная, земляника, золотарник обыкновенный, касатик русский, фиалки, брусника, костяника, черника, полевица гигантская, купена лекарственная, хвощ лесной, ирис. В понижениях богатый моховой покров, заросли брусники, черники, грушанок, а также разнотравно-злаково-папоротниковые сообщества: папоротник орляк обыкновенный, овсец душистый, купена лекарственная, герань лесная, душица обыкновенная.

**Пойменно-луговой тип** растительного сообщества приурочен к поймам Оби и Барнаулки. На пойме растет тополь черный, а из кустарников – ива, черемуха, калина, жимолость татарская, шиповники, крушина. На пойменных лугах отмечаются злаково-разнотравные сосудистые растения: пырей ползучий, кострец безостый, клевер луговой, кровохлебка лекарственная, вейник наземный, василистник малый и др. На увлажненных понижениях и на заболоченных участках растут: осока острая, омская, дернистая, канареечник тростниковидный, водокрас обыкновенный, горец земноводный, вех ядовитый, болотница болотная, щучка, тростник, полевица гигантская, калужница болотная, рогозы узколистный и широколистный и др. [2, 16].

Всего на территории города и сельских земель пригородной зоны городского округа насчитывается 911 видов травянистых растений, которые относятся к 95 семействам и 413 родам. Это представители семейств сложноцветных, крестоцветных, злаковых, осоковых и др.

Из редких и исчезающих растений, занесенных в книгу «Редкие и исчезающие растения Сибири», в пределах границ города и сельских земель городского округа отмечаются адонис (горицвет) весенний, адонис пушистый, красоднев малый, лилия кудреватая, кувшинка чисто-белая, огонек азиатский, любка двулистная. 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. В нее также включены пион гибридный, солодка уральская, кандык сибирский и др. Всего более 30 видов растений.

На застроенной территории города в течение более 200 лет (а особенно интенсивно в последние 40–50 лет) создавались искусственные древесно-кустарниковые насаждения: скверы, парки, бульвары. Кроме того, велись насаждения вдоль улиц и во дворах. В нагорной части Барнаула среди застроенной территории остались реликты соснового бора. На окраинах застроенной части города располагаются коллективные садовые участки и питомники (ягодники) агрофирмы «Цветы Алтай».

Зеленый фонд города занимает 5687 га земель. В расчете на одного жителя это составляет 85 м<sup>2</sup> (с учетом лесов). Зеленый фонд города состоит из следующих категорий зеленых насаждений [2, 16]:

- общего пользования – 251 га,
- ограниченного пользования – 928 га,
- специального назначения – 55 га,
- насаждения улиц и магистралей – 347 га,
- леса – 3340 га,
- насаждения НИИСС им. М. А. Лисавенко – 188 га,
- коллективные сады – 226 га,
- питомники – 231 га.

Площадь зеленых насаждений кроме леса составляет 2347 га, или 35 м<sup>2</sup> на одного жителя города. Если исходить из площади насаждений общего пользования, улиц и магистралей (598 га), то на одного жителя приходится 9 м<sup>2</sup> озелененных площадей. При норме в 6 м<sup>2</sup> на человека обеспеченность жителей Барнаула зелеными насаждениями можно считать достаточной. Нередко можно слышать от приезжих, что наш город «зеленый», что в нем много деревьев.

Насаждения общего пользования представлены парками, скверами и бульварами.



*Рис. 21. Уголок Барнаула в осенний период*

Зеленый фонд округа – город Барнаул составляет 9743,8 га (вместе с лесом), что составляет 140 м<sup>2</sup> на одного человека.

В настоящее время существует 12 парков: Нагорный парк, Юбилейный парк, парк культуры и отдыха Центрального района, «Изумрудный», «Солнечный ветер», «Экстрим», парк Индустриального района, парк на ул. Островского (состоящий из дендропарка и парка Целинников), парк ВРЗ, парк 60-летия Октября, парк им. 50-летия Алтайского края. В 2009 г. заложен Молодежный парк по адресу ул. Петрова, 146 г.

Общая площадь парков – 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 много скверов (всего их 38):

- на пл. Демидовской,
- на пл. Свободы,
- на углу пр. Красноармейского и ул. Гоголя,
- на углу пр. Красноармейского и ул. Партизанской,
- на углу пр. Ленина и ул. Льва Толстого,
- на углу пр. Ленина и ул. Гоголя,
- на углу пр. Ленина и ул. Короленко,
- на углу пр. Ленина и ул. Партизанской,
- на углу пр. Ленина и ул. Чернышевского,

- у Алтайского государственного технического университета,
- по пр. Ленина у фонтана «Космос»,
- по ул. Большой Олонской,
- на пл. Октября,
- у УПК Октябрьского района,
- по пр. Ленина у Октябрьского ДЭУ,
- у мемориала Славы,
- у железнодорожного вокзала,
- у Алтайского государственного музыкального театра,
- у кинотеатра «Мир»,
- на пересечении ул. Молодежной и пр. Социалистического,
- у Дворца зрелищ и спорта «Титов-Арена»,
- у краевого театра драмы, на пл. Советов и за зданием правительства

#### Алтайского края

- на пересечении Павловского тракта и ул. Бабуркина,
- по ул. Кирова,
- сквер Цаплина,
- на углу пр. Социалистического и ул. Интернациональной,
- по ул. Никитина у здания администрации Центрального района,
- на Обском бульваре,
- у краевой библиотеки им. Шишкова,
- у Дома быта по пр. Ленина,
- у здания администрации Ленинского района,
- у памятника японским военнопленным,
- у кинотеатра «Искра»,
- сквер Энергетиков,
- сквер 60-летия СССР,
- у магазина «Барнаул»,
- у кафе «Нина».

В 2009 г. в центре микрорайона «Новосиликатный» открыт сквер по ул. Новосибирской, д. 10 в честь 80-летия В. М. Шукшина.

Общая площадь скверов составляет 32,8 га.

В городе имеется восемь бульваров, расположенных по проспектам Ленина, Калинина, Космонавтов и улицам Профинтерна, Аванесова, Малахова, Попова, Исакова. Общая площадь бульваров – 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 (у здания Правительства Алтайского края вдоль ул. Деповской и в других местах), лиственница (сквер у фонтана «Космос» и др.), липа (по пр. Ленина у здания администрации города Барнаула, в начале ул. Союза Республик и др.), сирень (у музыкального театра, по пр. Комсомольскому у дома № 120, во многих дворах), рябина (в скверах у краевой библиотеки, у головного офиса Сбербанка, во многих дворах), яблоня с мелкими плодами (вдоль пр. Комсомольского и др.), ива (в парках и скверах в западной части города), осина

(в скверах и парках в западной части города), сосна (посадки вдоль ул. Юрина, у домов № 210–216 и в других местах) и некоторые другие деревья и кустарники. В последнее время тополя начали вырубать, и вместо него производятся посадки березы, ели и рябины (пр. Ленина и др.). 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.

К примеру, даже в кризисном 2009 году было посажено 7505 деревьев, 7675 кустарников, создано 9,76 га газонов, 17 зеленых уголков и высажено 14,25 млн цветов.

## 9. ЖИВОТНЫЙ МИР

Животный мир здесь разнообразен. Сосредоточен он в основном на территории сельских земель городского округа, реже на незастроенных городских площадях [2, 4, 16, 25].

Млекопитающие представлены зайцем-русаком, зайцем-беляком, обыкновенной белкой, корсаком, мышью-малюткой, лесной, полевой и домашней мышами, крысой серой, ежом обыкновенным, кротом сибирским, барсуком, хорем степным, обыкновенной, малой и крошечной бурозубками, азиатским бурундуком, краснощеким сусликом, обыкновенным хомяком, джунгарским хомячком, полевкой-экономкой, обыкновенной, полевой, водяной, узкочерепной, серой, красно-серой и красной полевками, степной пеструшкой, ондатрой, американской норкой. Из рукокрылых (летучих мышей) встречаются водяная и прудовая ночницы, ушан, рыжая вечерница, двухцветный кожан и северный кожанок. Все рукокрылые занесены в Красную книгу Алтайского края. Отмечаются редкие заходы лисы обыкновенной, ласки, колонка, горностая, лося и косули [2, 4].



*Рис. 22. Белка*

Пресмыкающиеся: прыткая и живородящая ящерицы, обыкновенный уж, узорчатый полоз. На пойме Оби встречается обыкновенная гадюка.

Земноводные – это серая жаба, остромордая и озерная лягушки, обыкновенный тритон (занесен в Красную книгу Алтайского края).

Многообразен мир птиц. Общее число их видов – около 200: домовый и полевой воробьи, черная и серая вороны, черный коршун, грач, галка, сорока, сизый голубь, городская и деревенская ласточки, ястребы тетеревицкий и перепелятник, утки (кряквы, чирок-свиистунок, красноглазая чернеть, черношейная поганка, лысуха, крачки), чибис, дятлы, снегирь, поползень, большая синица, обыкновенный скворец, пуночка, зяблик, свиристель, чечетка, чечевица, дубровник, белая и желтая трясогузки, серая славка, полевой и лесной коньки, теньковка, рябинник, варакушка, горихвостка-лысушка, серая мухоловка, пухляк, московка, полевой жаворонок, перепел, пеночка, коноплянка, иволга, обыкновенный соловей, соловей-красношейка, обыкновенная овсянка, дрозд-рябинник. Редкие птицы: серощекая поганка, черный аист, скопа, малая выпь, белоглазый нырок, турухтан, степной лунь, большой подорлик, орлан-белохвост. Наибольшее распространение птицы получили на пойме Оби (183 вида).

Из числа видов птиц, занесенных в Красные книги РФ и Алтайского края, известны сокол сапсан и редко встречающиеся балобан и дербник.



*Рис. 23. Заяц-русак*

Из насекомых весьма распространены мухи (26 синантропных видов), мухи-кровососки (шесть видов), мошки (11 видов), комары (20 видов), клещи иксодовые (шесть видов), клещи гамазовые (14 видов), слепни (10 видов), мокрецы (один вид). Все они оказывают вредное воздействие на человека. Из других насекомых можно отметить большое количество видов бабочек, жуков (в том числе колорадский жук), муравьев, стрекоз и др.

В водах Оби, Барнаулки, Лосихи, старицах и озерах водятся рыбы: окунь, судак, лещ, золотой и серебряный караси, пескарь, щука, язь, линь, озерный голянь, плотва, ерш, ротан, сибирская шиповка, обыкновенная верховка. Редко встречаются сазан, налим, стерлядь, таймень, нельма, сибирский осетр.



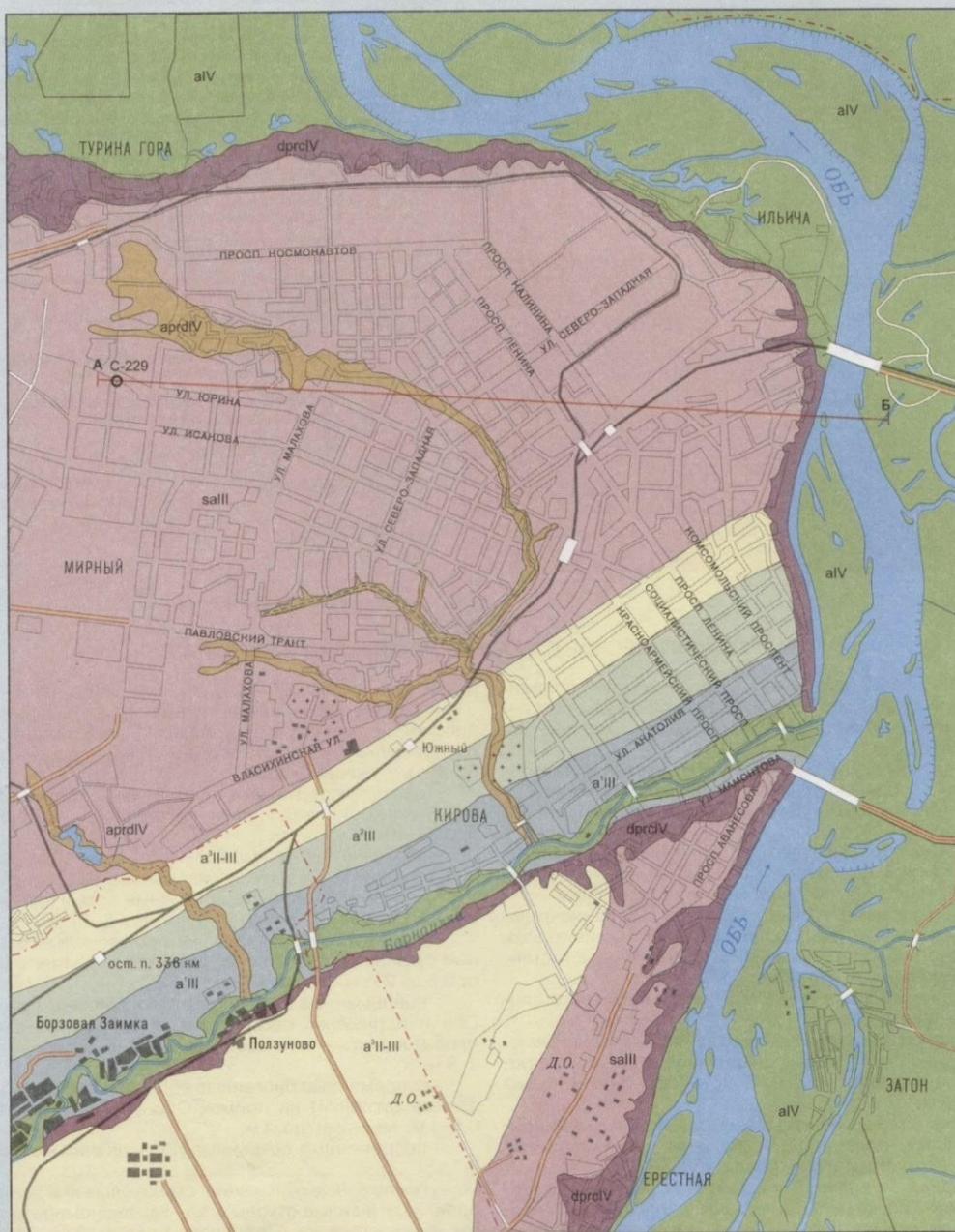
*Рис. 24. Суслик*

## 10. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

**Структурно-тектонические особенности.** Территория города приурочена к Барнаульскому срединному массиву Кулундинской впадины, являющейся юго-восточной периферической частью крупной тектонической структуры – Западно-Сибирской плиты.

В геологическом строении принимают участие палеозойские скальные породы складчатого фундамента и перекрывающие их кайнозойские рыхлые образования платформенного чехла [2, 4, 25, 34, 47, 63]. Геологическая карта территории Барнаула приведена на рис. 25.

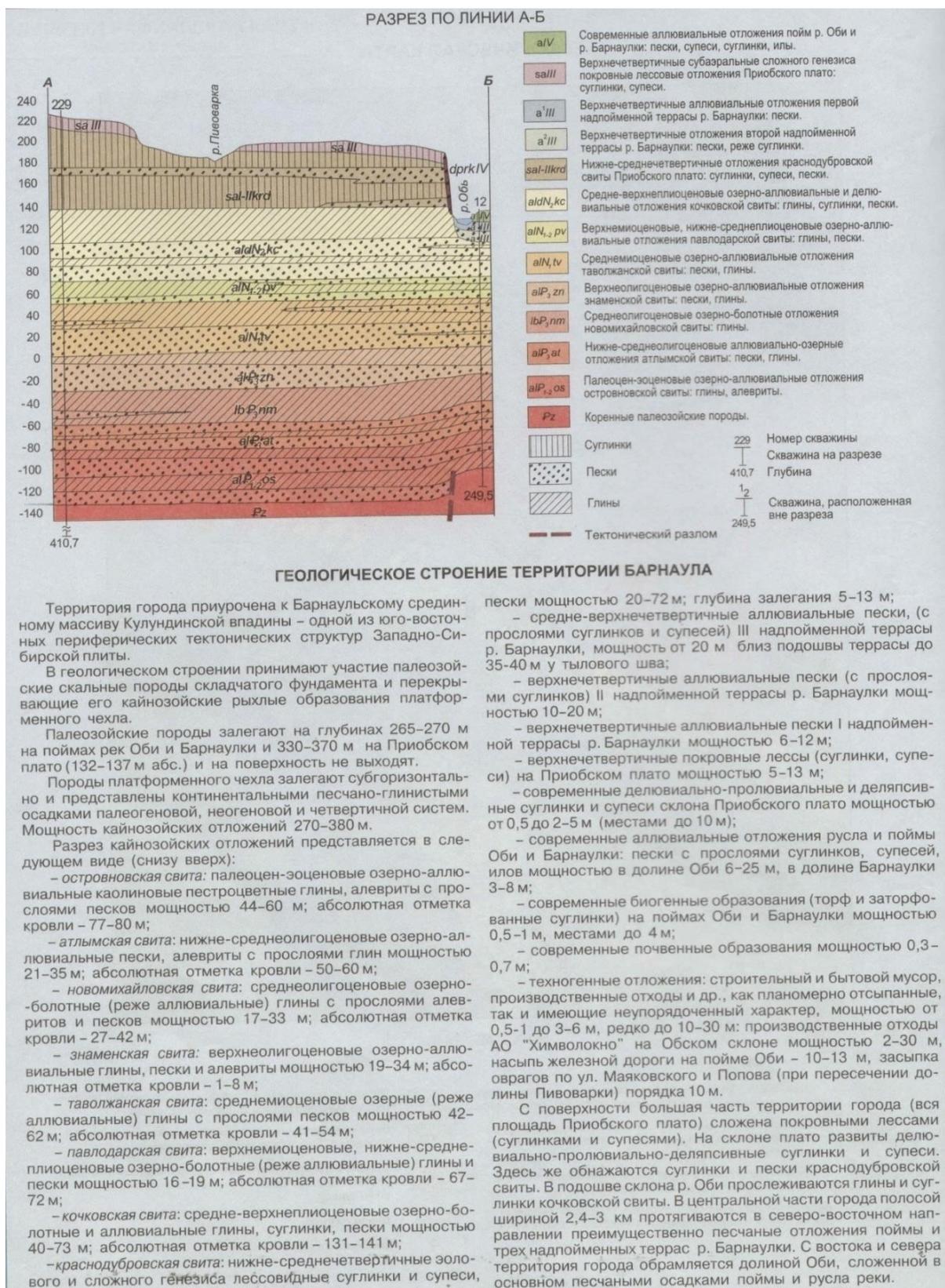
# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА



МАСШТАБ 1:75 000

- |   |   |
|---|---|
| <p><b>dprclV</b> Современные делювиально-пролювиальные и делясивные отложения склона Приобского плато: суглинки, супеси, пески.</p> <p><b>aprdIV</b> Аллювиально-пролювиально-делювиальные современные отложения оврагов Лог Пивоварки и Сухой Лог: пески, супеси, илы, суглинки.</p> <p><b>alV</b> Современные аллювиальные отложения пойм рек Оби и Барнаулки: пески, супеси, суглинки, илы.</p> <p><b>salll</b> Верхнечетвертичные субаэральные сложного генезиса покровные лессовые отложения Приобского плато: суглинки, супеси.</p> | <p><b>a'III</b> Верхнечетвертичные аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р. Барнаулки: пески.</p> <p><b>a''III</b> Верхнечетвертичные отложения второй надпойменной террасы р. Барнаулки: пески, реже суглинки.</p> <p><b>a'''II-III</b> Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Барнаулки: пески, реже супеси.</p> <p><b>A B</b> Линия разреза</p> <p><b>o</b> Скважина на карте</p> |
|---|---|

Рис. 25. Геологическая карта



*Рис. 26. Разрез по линии А-Б*

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 палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

**Геологический разрез кайнозойских отложений** представляется в следующем виде (снизу вверх, рис. 26) [2, 47, 63]:

- палеоцен-эоценовые озерно-аллювиальные каолиновые пестро-цветные глины, алевроиты, пески островновской свиты (Ia P<sub>1-2</sub> os) мощностью 44–60 м;
- нижне-среднеолигоценовые озерно-аллювиальные пески, алевроиты (с прослоями глин) атлымской свиты (Ia P<sub>3</sub> at) мощностью 21–35 м;
- среднеолигоценовые озерно-болотные (реже аллювиальные) глины с прослоями алевроитов и песков новомихайловской свиты (Ib P<sub>3</sub> nm) мощностью 17–33 м;
- верхнеолигоценовые аллювиально-озерные пески, глины, алевроиты знаменской свиты (al P<sub>3</sub> zn) мощностью 19–34 м;
- среднемиоценовые озерные (реже аллювиальные) глины с прослоями песков таволжанской свиты (I N<sub>1</sub>tv) мощностью 42–62 м;
- верхнемиоценовые, нижне-среднеплиоценовые озерно-болотные (реже аллювиальные) глины и пески павлодарской свиты (Ib N<sub>1-2</sub> pv) мощностью 15–19 м;
- средне-верхнеплиоценовые озерно-болотные и аллювиальные глины, суглинки синевато-серого или зеленовато-серого цвета и пески кочковской свиты (Iba N<sub>2</sub> kc) мощностью 40–63 м;
- нижне-среднечетвертичные эолового и сложного генезиса лёссовидные суглинки, супеси коричневатого-серого и палевого цвета и пески краснодубровской свиты (saQ<sub>I-II</sub> krd) мощностью 20–72 м;
- средне-верхнечетвертичные аллювиальные пески (с прослоями супесей и суглинков) 3-й надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ<sup>3</sup><sub>II-III</sub>) мощностью от 20 м близ бровки террасы до 35–40 м у тылового шва;
- верхнечетвертичные аллювиальные пески (с прослоями суглинков) 2-й надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ<sup>2</sup><sub>III</sub>) мощностью 10–20 м;
- верхнечетвертичные аллювиальные пески 1-й надпойменной террасы р. Барнаулки (aQ<sup>1</sup><sub>III</sub>) мощностью 6–12 м;
- верхнечетвертичные покровные просадочные лёссы, представленные желтовато-бурыми (палевыми) суглинками и супесями (по данным др. исследователей, это лёссовые грунты) Приобского плато мощностью 5–13 м;
- современные делювиально-пролювиальные и деляпсивные коричневатые-серые суглинки и супеси склона Приобского плато мощностью от 0,5 до 2–5 м;
- современные аллювиальные отложения пойм и русел Оби и Барнаулки: пески с прослоями суглинков, супесей, илов, мощностью в долине Оби 6–25 м, в долине р. Барнаулки 3–8 м;
- современные 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;
- современные почвенные образования мощностью 0,3–0,7 м;

– современные насыпные грунты (антропогенные и техногенные отложения): бытовой и строительный мусор, производственные отходы мощностью 0,5–1,0 м, местами до 3–5 м и даже до 10–30 м.

**Инженерно-геологическое районирование территории города** [2, 47, 63]. На территории г. Барнаула выделяются три крупные таксономические единицы, относимые к областям:

- А – Приобское плато;
- Б – долина р. Оби;
- В – долина р. Барнаулки.

**Область А, Приобское плато**, занимает значительную часть территории города. Она характеризуется повсеместным распространением лёссовых пород, представленных преимущественно верхнечетвертичными субаэральными просадочными суглинками и супесями  $saQ_{III}$ , которые залегают на отложениях краснодубровской свиты.

По геоморфологическим признакам в пределах **области А** выделяются районы:

- район А-I – водораздельное пространство плато;
- район А-II – склоны долин рек Оби и Барнаулки.

Район А-I с поверхности сложен в основном просадочными лёссовыми грунтами. Грунтовые воды на большей части территории находятся на глубине 10–50 м.

По оврагам и в долине р. Пивоварки, расчленяющим Приобское плато, развиты делювиально-пролювиально-аллювиальные песчано-глинистые отложения мощностью 1–5 м. Грунтовые воды залегают близко от поверхности, местами заболочивая днища оврагов и логов.

Инженерно-геологические условия района А-I позволяют вести массовое строительство зданий и сооружений. Неблагоприятные условия – просадочность лёссовых грунтов, пучинистость их при замачивании, возможность развития процессов подтопления, наличие оврагов и их отвершков.

Район А-II, склон Приобского плато (склоны долин рек Оби и Барнаулки), вытянут узкой полосой вдоль левого берега р. Оби и берегов р. Барнаулки. Территория района сложена современными делювиально-пролювиальными песчано-глинистыми отложениями  $dpQ_{IV}$ , перекрывающими суглинки, супеси и пески краснодубровской свиты. В подножии склонов вскрываются суглинки и глины кочковской свиты. Склоны высокие, 50–110 м, преимущественно крутые, в верхней части обрывистые.

Для района характерно развитие оползневых процессов, плоскостного смыва, суффозии, размыва и переработки берегов.

**Область Б, долина р. Оби**, в пределах городской черты имеет только пойму, шириной в левобережье 0,1–4 км (местами отсутствует), в правобережье 5–7 км. В русле отмечается ряд островов, кос, отмелей.

Территория области сложена аллювиальными песками мелкими, реже пылеватыми и средней крупности, мощностью до 10 м и более. Среди них отмечаются прослой и линзы суглинков и супесей. На поверхности пойм имеются многочисленные старицы, заболоченные участки и болота, сложенные торфами и заторфованными грунтами. Грунтовые воды залегают высоко, на глубинах 0,1–2 м.

Низкие поймы почти ежегодно затапливаются водами р. Оби в половодья. Высокие поймы заливаются только в наиболее многоводные годы. Берега пойм подвержены размыву, достигающему нескольких десятков метров в год.

**Область В, долина р. Барнаулки,** охватывает поймы ( $aQ_{IV}$ ) и три надпойменные террасы р. Барнаулки ( $aQ_{II-III}$ ).

Область сложена аллювиальными песками мелкими, реже пылеватыми и средней крупности, с прослоями суглинков и супесей. На пойме и первой надпойменной террасе уровень грунтовых вод 0–2 м, встречаются заболоченные участки. На 2-й и 3-й надпойменных террасах уровень грунтовых вод – от 5 до 20 м и более. В то же время здесь характерно присутствие «верховодки», которая формируется на слабопроницаемых суглинистых грунтах, встречающихся в разрезе террас.

На пойме и первой надпойменной террасе значительная часть территории с поверхности сложена насыпными грунтами мощностью от 0,5 до 5–6 м. Инженерно-геологические условия здесь осложняются высоким стоянием грунтовых вод и затоплением поймы при высоком уровне воды в Оби.

**Инженерно-геологические элементы** [2, 62–64]. В пределах зоны инженерной деятельности человека мощностью 20–30 м выделено 24 вида и разновидности грунтов, называемых инженерно-геологическими элементами.

*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 серые, синевато-серые, иловатые.

6. Супеси серые с растительными остатками.

7. Пески мелкие, пылеватые, рыхлые и средней плотности.

*Делювиально-пролювиальные отложения ( $dpQ_{IV}$ )*

8. Комплекс песчано-глинистых грунтов.

*Эоловые отложения ( $vQ_{III-IV}$ )*

9. Пески мелкие и средней крупности, средней плотности и плотные.

*Аллювиальные отложения 1-й и 2-й надпойменных террас р. Барнаулки ( $aQ_{III}^{1,2}$ )*

10. Суглинки серовато-бурые туго-мягкопластичные.
  11. Супеси пластичные.
  12. Пески, преимущественно мелкие, средней плотности и плотные.  
*Аллювиальные отложения 3-й надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ_{II-III}^3$ )*
  13. Суглинки серовато-бурые туго-мягкопластичные.
  14. Супеси пластичные.
  15. Пески, преимущественно мелкие, средней плотности и плотные.  
*Покровные лёссовые образования ( $saQ_{III}$ )*
  16. Суглинки желтовато-бурые, макропористые, твердые и полутвердые просадочные.
  17. Суглинки желтовато-бурые, макропористые, туго- и мягкопластичные просадочные и не просадочные.
  18. Суглинки желтовато-бурые, макропористые, текучепластичные и текучие не просадочные.
  19. Супеси желтовато-бурые, макропористые, твердые просадочные.
  20. Супеси желтовато-бурые, макропористые, пластичные просадочные и не просадочные.
  21. Супеси желтовато-бурые, макропористые, текучие не просадочные.  
*Отложения красnodубровской свиты ( $Q_{I-II}krd$ )*
  22. Суглинки лёссовидные, непросадочные, твердые.
  23. Суглинки лёссовидные, непросадочные, туго-мягкопластичные.
  24. Супеси лёссовидные, непросадочные, твердые.
  25. Супеси лёссовидные, непросадочные, пластичные.
  26. Суглинки твёрдые (погребенная почва).
  27. Пески желтовато-бурые, пылеватые, средней плотности.
  28. Пески желтовато-бурые, мелкие, плотные.
  28. Пески желтовато-бурые, мелкие, средней плотности.  
*Отложения кочковской свиты ( $N_{2kc}$ )*
  23. Суглинки серовато-синие, зеленовато-серые твердые-тугопластичные.
  24. Глины серовато-синие, зеленовато-серые твердые-тугопластичные.
- 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.

## **11. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ (ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ)**

В гидрогеологическом отношении территория города относится к восточной части Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна.

Водоносный комплекс приурочен к отложениям долин Оби, Барнаулки и осадкам Приобского плато. В его состав входят следующие водоносные горизонты, оказывающие влияние на инженерно-геологические условия строительства в городе [2, 25, 63]:

- подземные воды типа «верховодка»;
- грунтовые воды аллювиальных отложений пойм р. Оби и р. Барнаулки ( $aQ_{IV}$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений 1-й надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ_{III}^1$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений 2-й надпойменной террасы р. Барнаулки ( $aQ_{III}^2$ );
- грунтовые воды аллювиальных отложений 3-й надпойменной террасы Барнаулки ( $aQ_{II-III}^3$ );
- водоносный горизонт краснотурбированной свиты ( $Q_{I-II} \text{ krd}$ ).

Водоносный комплекс носит безнапорный характер, вскрываясь на глубинах от 0,1 до 50 м.

**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 вышележащим 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 Оби и Барнаулки** 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 устье р. Барнаулки и 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/дм<sup>3</sup>, редко до 1,6 г/дм<sup>3</sup>), как правило, неагрессивные к бетонам на обычных цементах.

**Грунтовые воды аллювиальных отложений 1-й надпойменной террасы р. Барнаулки** распространены в пределах этой надпойменной террасы, преимущественно в левобережье Барнаулки. 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 р. Барнаулкой. Местами наблюдается выклинивание грунтовых вод в виде родников и мочажин у подошвы первой надпойменной террасы (на участке ул. Ядринцева и к западу от речки Пивоварки, в районе пос. Кирова). Дебит родников незначительный, 0,1–0,5 л/сек.

Коэффициент фильтрации песков – 1,2–6 м/сутки.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, пресные, местами слабосоленые, минерализация 0,2–0,8 г/дм<sup>3</sup>, иногда достигая 3,0 г/дм<sup>3</sup>. 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-й надпойменной террасы р. Барнаулки** распространены в пределах этой надпойменной террасы Барнаулки.

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-й надпойменной террасы. Водоносный горизонт разгружается в отложения песков 1-й надпойменной террасы р. Барнаулки, дренируется р. Обью. В обрывах левого берега р. Оби грунтовые воды выклиниваются по кровле кочковской свиты, о чем свидетельствуют родники и мочажины.

Вдоль подножья уступа 2-й надпойменной террасы также наблюдается пластовое выклинивание грунтовых вод в виде мочажин, которое с перерывами прослеживается с юго-запада на северо-восток от пер. Колхозного до проспекта Красноармейского.

Коэффициент фильтрации песков – 2,7–9,8 м/сутки.

Грунтовые воды – гидрокарбонатно-кальциевые и гидрокарбонатно-натриевые, пресные (минерализация 0,3–1,0 г/дм<sup>3</sup>), как правило, не агрессивны к бетонам на обычных цементах. По некоторым анализам отмечается сульфатная агрессия.

**Грунтовые воды аллювиальных отложений 3-й надпойменной террасы Барнаулки** распространены в пределах этой надпойменной террасы, преимущественно на левобережье.

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 краснодубровской свиты, а также антропогенные воды, теряющиеся из подземных инженерных коммуникаций. Водоносный горизонт 3-й надпойменной террасы р. Барнаулки разгружается в отложения пород 2-й надпойменной террасы и дренируется р. Обью на Обском склоне. 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/л, иногда до 1,2 г/л, не агрессивные к бетонам на обычных цементах.

**Водоносный горизонт краснодубровской свиты** распространен повсеместно на Приобском плато.

Водовмещающими породами являются пески мелкие, реже пески пылеватые 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.

Глубина залегания подземных вод краснодубровской свиты на Приобском плато – 10–50 м. Мощность водоносного горизонта 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 р. Барнаулки и дренируется р. Обью.

Коэффициент фильтрации песков – 0,5–1,7 м/сутки.

Подземные воды по составу гидрокарбонатно-кальциевые, реже гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-магниевого и гидрокарбонатно-хлоридно-кальциевые.

Воды пресные (минерализация 0,3–0,9 г/дм<sup>3</sup>), иногда слабоминерализованные (1,1 г/дм<sup>3</sup>). Они неагрессивны к бетонам на обычных цементах.

## 12. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Промышленность и стройиндустрия города нуждаются в минеральном сырье. Частично свои потребности они удовлетворяют за счет неметаллических полезных ископаемых, имеющих в окрестностях города, частично – за счет сырья, завозимого из других районов Алтайского края и из других регионов.

В окрестностях Барнаула имеются следующие виды **нерудного сырья**: кирпичное сырье, керамзитовое сырье, пески строительные [2, 32, 63].

Разведке подверглись следующие месторождения нерудного сырья:

- кирпичное сырье – Борзовское и «Турина гора»;
- керамзитовое сырье – Заимковское;
- пески строительные – Власихинское, Власихинское (Заводское), Власихинский (Северо-Восточный) участок, Пивоваровское.

### Месторождения кирпичного сырья

**Борзовское месторождение** расположено в 19 км юго-западнее Барнаула, на правом берегу р. Барнаулки [2, 32, 63]. Разведано в 1960 г. Нерудной экспедицией Западно-Сибирского геологического управления (ЗСГУ). Месторождение представлено пластообразной залежью верхнечетвертичных суглинков (с прослоями песков и супесей) средней мощностью 21 м. Вскрыша представлена почвой и супесями средней мощностью 1,8 м.

По результатам лабораторно-технологических испытаний, проведенных в 1960–1961 гг. в краевой лаборатории УПСМ и в Нерудной экспедиции, суглинки пригодны для производства кирпича марок 75–100 и 150. Подсчитаны балансовые запасы сырья, составившие 964 тыс. м<sup>3</sup> по категориям А+В+С<sub>1</sub>. Запасы утверждены территориальной комиссией по запасам (ТКЗ), протокол № 289 от 28.09.1961 г.). Месторождение эксплуатировалось с 1967 г.

**Месторождение «Турина гора»** расположено на северо-западной окраине города и приурочено к Туриной горе [2, 32, 63].

Разведано в 1960 г. Нерудной экспедицией ЗСГУ.

Полезное ископаемое – верхнечетвертичные суглинки, залегающие в виде субгоризонтального слоя средней мощностью 12 м. Вскрыша представлена почвой средней мощностью 0,5 м.

Лабораторно-технологические исследования и полужаводские испытания показали пригодность суглинков для получения кирпича марки 125 (при условии вакуумирования формовочной массы) и марки 75 (без вакуумирования). Балансовые запасы суглинков составили 2517 тыс. м<sup>3</sup> по категориям А+В+С<sub>1</sub>, в том числе 728 тыс. м<sup>3</sup> по категориям А+В. Запасы утверждены НТС ЗСГУ (протокол № 809 от 27.12.1961 г.). Месторождение эксплуатировалось.

### **Месторождение керамзитового сырья**

**Займовское месторождение** расположено в 0,3 км к северо-востоку от пос. Казенная Займка [2, 32, 63].

Разведано в 1950 г. Геолстройтрестом, в 1957 г. доразведывалось Нерудной экспедицией.

Месторождение приурочено к верхнечетвертичным отложениям Приобского плато. Полезная толща сложена суглинками средней мощностью 14 м. Вскрыша – почва средней мощностью 0,5 м. Коэффициент вспучивания суглинков – 2,14, огнеупорность 1197°.

Лабораторные и полужаводские испытания показали пригодность суглинков для получения керамзита (верхний слой суглинков мощностью 1,2 м не может быть использован для этих целей). Кроме того, суглинки пригодны для производства полнотелого кирпича марок 125–150 и плоской ленточной черепицы.

Запасы сырья составили 3554 тыс. м<sup>3</sup> по категориям В+С<sub>1</sub>, в том числе 776 тыс. м<sup>3</sup> по категории В. Они утверждены ТКЗ ЗСГУ (протокол № 266 от 10.05.1960 г.). Месторождение эксплуатировалось.

### **Месторождения строительных песков**

**Власихинское месторождение** расположено на северо-западной окраине с. Власиха [2, 32, 63]. Разведано в 1966–1969 гг. Нерудной экспедицией ЗСГУ.

Месторождение приурочено к средне-верхнечетвертичным отложениям касмалинской свиты, сложенной песками, супесями и суглинками. Полезным ископаемым являются кварц-полевошпатовые мелкозернистые пески,

залегающие в виде слоя средней мощностью 8,6 м. Вскрыша представлена почвой и суглинками средней мощностью 1,7 м.

Лабораторные исследования и технологические испытания, проведенные объединением «Алтайцелинстрой» и ЦЛ ЗСГУ, показали пригодность песков для производства силикатного кирпича марок 75–150, а также возможность использования их в качестве формовочного материала.

Запасы песков составили 9237 тыс. м<sup>3</sup> по категориям В+С<sub>1</sub>, в том числе по категории В – 1034 м<sup>3</sup>. Резерв – запасы песков по категории С<sub>2</sub> в количестве 3316 тыс. м<sup>3</sup>. Запасы утверждены ТКЗ ЗСГУ (протокол № 380 от 30.07.1970 г.). Месторождение подвергнуто эксплуатации.

**Власихинское (Заводское) месторождение** расположено в 0,5 км юго-западнее с. Власиха [2, 32, 63]. Разведано в 1965 г. Барнаульским комбинатом стройматериалов.

Полезным ископаемым являются кварц-полевошпатовые мелко- и среднезернистые пески касмалинской свиты, средняя мощность их 12,9 м. Вскрыша – почва и суглинки, общей средней мощностью 0,94 м.

Лабораторно-технологическими и заводскими испытаниями, выполненными краевой лабораторией УПСМ и Барнаульским комбинатом строительных материалов, установлено, что пески пригодны для производства силикатного кирпича марок 100–200 при содержании активной окиси кальция 8–9 %.

Балансовые запасы песков составили 511 тыс. м<sup>3</sup> по категории В. Запасы утверждены ТКЗ ЗСГУ (протокол № 333 от 28.05.1968 г.). Месторождение было подвергнуто эксплуатации.

**Власихинский (Северо-Восточный) участок** непосредственно примыкает с северо-запада к с. Власиха [2, 32, 63]. Разведан в 1966–1967 гг. Нерудной экспедицией ЗСГУ.

Месторождение сложено песками, супесями и суглинками касмалинской свиты. Продуктивная толща представлена кварц-полевошпатовыми тонко- и мелкозернистыми песками, залегающими в виде пласто- и линзообразной залежи средней мощностью 8,4 м. Вскрыша – почва, суглинки и супеси суммарной средней мощностью 2,1 м.

На основании лабораторно-технологических исследований, проведенных ЦЛ ЗСГУ и Нерудной экспедицией, установлено, что пески могут быть использованы для изготовления силикатного кирпича марок 75–100, а также для производства стеновых блоков.

Запасы песка составили 19300 тыс. м<sup>3</sup> по категории С<sub>2</sub>. Они не утверждались.

**Пивоваровское месторождение** расположено на берегах р. Пивоварка [2, 32, 63]. Разведано в 1942 г. «Транспроекткарьером» и доразведано в 1954 г. «Промстройпроектом».

Месторождение представлено однородной толщей кварцевых мелкозернистых песков касмалинской свиты, вскрытых до глубины 5,5–11,0 м. Вскрыша – почва и тонко- и мелкозернистые пески с растительными остатками мощностью до 1 м.

Лабораторно-технологические исследования, выполненные «СтройЦНИИЛ» и Красковским заводом «РОСНИИМС», показали, что пески пригодны для производства силикатного кирпича марки 100.

Запасы песков составили 15 тыс. м<sup>3</sup> по категории С<sub>1</sub>. Они утверждены ТКЗ ЗСГУ (протокол № 103 от 22.05 1957 г.). В перспективе запасы могли быть увеличены за счет доразведки песков на площади и на глубину. Месторождение было подвергнуто эксплуатации.

Потребности строительных организаций города в цементе удовлетворяются за счет поставки его с Голухинского цементного завода (Алтайский край), а также за счет привоза его с цементных заводов Новосибирской и Кемеровской областей России. Щебень для производства бетонов поставляется Верх-Катунской дробильно-сортировочной фабрикой.

### **13. ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

Геологические (в том числе инженерно-геологические и гидрогеологические), гидрометеорологические, сейсмические и другие природные процессы, оказывающие вредное или разрушительное воздействие на живые организмы, народнохозяйственные объекты и среду обитания, называются опасными природными процессами (ОПП).

На территории г. Барнаула получили широкое развитие следующие виды ОПП в соответствии с прил. Б СНиП 22-01-95 (дата сохранения 05.08.2013) и п. 1 СНиП 22-02-2003 [2, 5, 7, 18–21, 48, 54, 56, 57, 63]:

- оползни,
- суффозия,
- просадочность лёссовых пород,
- подтопление территорий,
- морозное пучение грунтов,
- эрозия овражная,
- эрозия плоскостная,
- эрозия речная (переработка берегов),
- затопление территорий (наводнения),
- землетрясения.

### **ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА. КАТЕГОРИИ ОПАСНОСТИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Природные условия являются факторами опасности природных процессов. Они определяют показатели и параметры, характеризующие возможность возникновения ОПП и интенсивность их проявления.

**Сложность природных условий территории г. Барнаула и их оценка даны в соответствии с классификацией п. 5.2 СНиП 22-01-95 (дата сохранения 05.08.2013).**

Рельеф территории равнинный, слаборасчлененный и частично расчлененный, характеризуется наличием более трех геоморфологических элементов одного генезиса. *По рельефу и геоморфологическим характеристикам природные условия можно отнести к средней сложности.*

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. *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 шести горизонтов подземных вод, относительно выдержанных по простиранию и мощности, с близким химическим составом подземных вод, местами с неоднородным химическим составом. *Гидрогеологические условия оцениваются как средние по сложности.*

Опасные природные процессы охватывают порядка 80 % территории города, имеют 10 видов ОПП, нередко они накладываются друг на друга, обуславливая взаимное развитие, сейсмическая интенсивность территории – 6–8 баллов по шкале MSK-64, в зависимости от степени ответственности сооружений. *Категория оценки сложности природных условий территории по степени развития ОПП определяется как «сложные условия».*

Карта распространения опасных природных процессов приведена на рис. 27.

Категории опасности ОПП определены по прил. Б СНиП 22-01-95.

**Категории опасности оползневых процессов в оползневой зоне Барнаула [2, 5, 7, 18–21, 48, 54, 56, 57, 63]:**

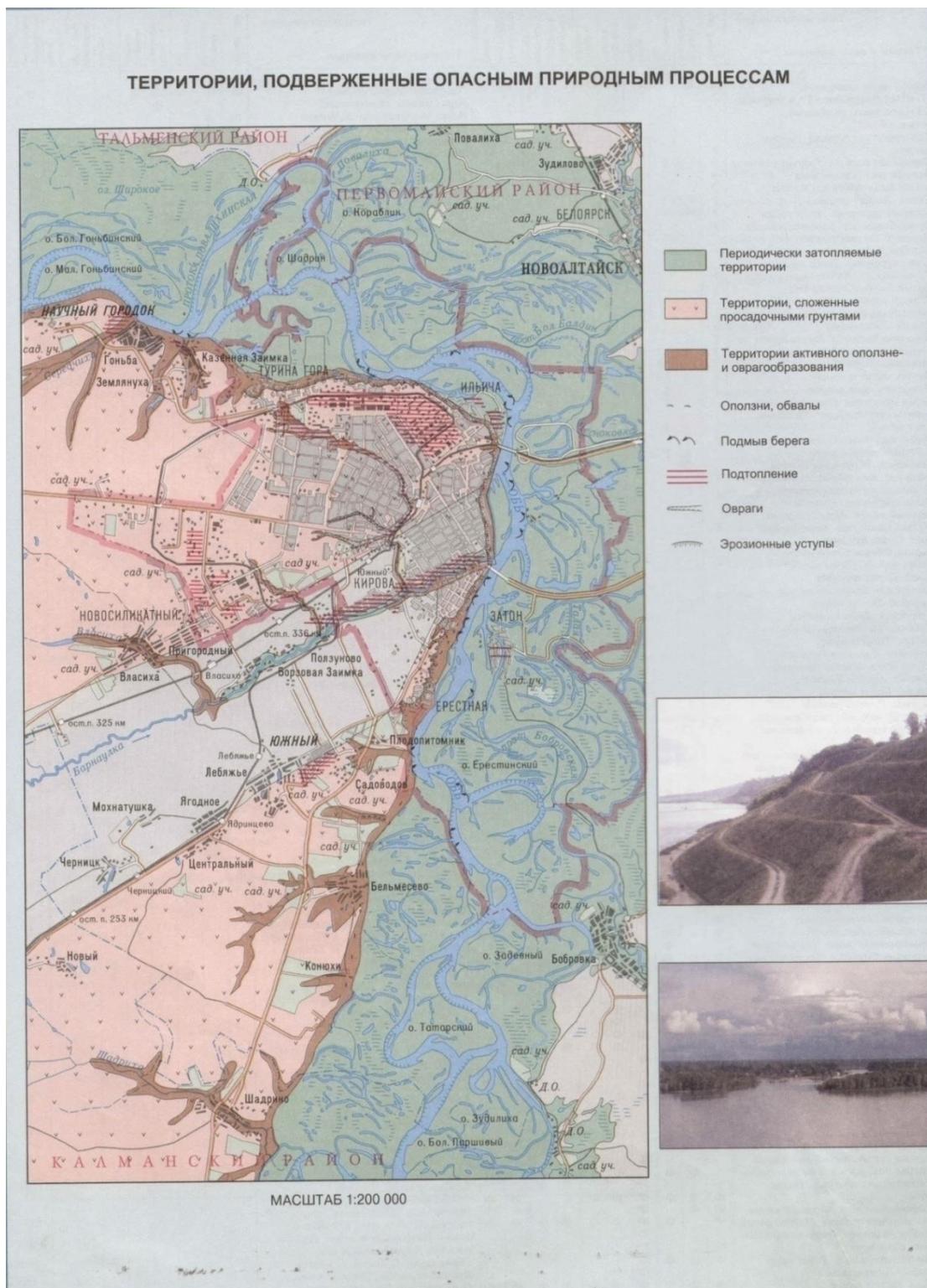
- по площадной пораженности территории (свыше 30 %) – чрезвычайно опасные,
- по площади разового проявления на одном участке (0,01–0,1 км<sup>2</sup>) – опасные,
- по объему захваченных пород при разовом проявлении (0,001–0,7 млн м<sup>3</sup>) – опасные,
- по скорости смещения (1–15 м/с) – чрезвычайно опасные процессы.

*В целом оползневые процессы можно оценить как весьма опасные.*

**Категория опасности землетрясений [2, 22, 49, 55, 63] (сейсмическая интенсивность 6–8 баллов, в зависимости от степени ответственности объектов) – опасные процессы.**

**Категории опасности суффозии в оползневой зоне Барнаула [2, 39, 54, 57]:**

- по площадной пораженности территории (менее 20 %) – умеренно опасные,
  - по числу провалов и среднему диаметру провалов – умеренно опасные.
- В целом суффозионные процессы оцениваются как умеренно опасные.*



*Рис. 27. Карта распространения опасных природных процессов*

**Категория опасности просадочности грунтов** [2, 19, 20, 43, 45, 63]:

– по площади пораженности застроенной территории (80 %) – *весьма опасные процессы.*

**Категории опасности пучения грунтов** [2, 20, 36, 37, 54, 57, 63]:

– по потенциальной площадной пораженности территории (более 75 %) – *весьма опасные,*

– по объему относительно одновременных деформаций пород (менее 0,5 млн м<sup>3</sup>) – *умеренно опасные.*

*В целом морозное пучение оценивается как опасный процесс.*

**Категория опасности подтопления** [2, 13, 14, 17, 19, 20, 36–38, 54, 57, 63]:

по площадной пораженности территории (менее 50 %), по продолжительности формирования водоносного горизонта (более 5 лет), по скорости подъема уровня подземных вод (менее 0,5 м/год) – *умеренно опасные процессы.*

*В целом подтопление, согласно СНиП 22-01-95, оценивается как умеренно опасный процесс, но по значимости и масштабам последствий этот процесс можно отнести к весьма опасным.*

**Категории опасности эрозии плоскостной и овражной** [2, 36, 54, 63]:

– по площадной пораженности территории (порядка 10 %) – *умеренно опасные,*

– по площади одиночного оврага (менее 0,05–1,8 км<sup>2</sup>) – *умеренно опасные, опасные и весьма опасные,*

– по скорости развития эрозии (овражной 1–5 м/год, плоскостной 2–5 м<sup>3</sup>/га в год) – *умеренно опасные.*

*В целом эрозию плоскостную можно отнести к умеренно опасным процессам, а овражную – к опасным.*

**Категории опасности речной эрозии** [2, 7, 19, 20, 26, 36, 52, 54, 57, 63]:

– по скорости развития плановых и вертикальных деформаций (1–3 и более м/год) – *опасные и весьма опасные процессы,*

– по объему одновременных деформаций пород (до 0,04 млн м<sup>3</sup>/год) – *умеренно опасные процессы.*

*В целом речную эрозию следует отнести к опасным процессам.*

**Категории опасности затоплений (наводнений)** [2, 7, 19, 20, 26, 52, 54, 57, 63, 68, 69]:

– по продолжительности проявления (от 1 до 35 и более суток) – *от умеренно опасных до чрезвычайно опасных,*

– по скорости развития (поднятие уровня вод 0,1–1,0 м/сутки) – *умеренно опасные процессы.*

*В целом затопление следует отнести к весьма опасным процессам.*

Итак, ОПШ на территории города развиты широко, природные условия можно оценить как средней сложности и сложные, а по степени опасности

ОПП относятся в основном к категории опасных процессов. Но следует отметить, что отдельные виды ОПП характеризуются как весьма опасные и даже чрезвычайно опасные.

## ОПОЛЗНЕОБРАЗОВАНИЕ

### Общие сведения

Река Обь в верхнем течении (в пределах Алтайского края) от р. ц. Усть-Пристань до с. Киприно имеет высокий и крутой левобережный склон долины, в пределах которого получили развитие оползневые процессы. Активное проявление оползневых процессов отмечается в районах сел Володарка, Бураново, Бельмесево, Шадрино и в других местах.

Большое развитие оползни получили и в пределах черты Барнаула (на протяжении 20 км от пос. Ерестной до района Туриной горы), а в пределах городского округа Барнаул оползневый район прослеживается до Научного городка. Общая длина его составляет 32 км. Этот участок условно назван Барнаульским Приобьем.

Изучением оползней у г. Барнаула занимается оползневая станция, созданная в 1974 г. За время её существования зафиксировано свыше 400 оползней и оползнепроявлений. Ежегодно отмечается сход от нескольких до 10–15 оползней.

Оползневой станцией установлена опасная оползневая зона, включающая Обской склон и приборочную полосу Приобского плато шириной 200–300 м [2, 5, 7, 18–21, 48, 54, 56, 57, 63]. Статус оползневой зоны узаконен решением администрации г. Барнаула от 09.04.1973 г. и от 09.06.1993 г.

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 45–105 м (50–110 м над меженным урезом воды). Пойма Оби в её левобережье имеется не повсеместно, а лишь на участках пос. Ерестной и севернее железнодорожных мостов. Русло Оби непосредственно примыкает к оползневому склону на двух участках: от первого речного водозабора до устья Барнаулки и от нефтебазы до железнодорожных мостов.

Обской оползневый склон довольно крутой, 25–60°. Местами склон почти отвесный, особенно в верхней его части. Наибольшая крутизна его отмечается от первого речного водозабора до речного вокзала и от нефтебазы до железнодорожной выемки, то есть 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 ( $20-50^\circ$ ), и здесь также отмечается оползнеобразование, но не такое интенсивное, как на Обском склоне.

В геологическом строении в пределах склона Приобского плато участвуют (сверху вниз):

- верхнечетвертичные покровные просадочные лёссовые суглинки и супеси мощностью 8–13 м,
- нижне-среднечетвертичные суглинки и пески красnodубровской свиты мощностью 20–72 м,
- средне-верхнеплиоценовые суглинки и глины кочковской свиты, вскрывающиеся в основании склона.

Обской склон в пределах 1–3-й надпойменных террас р. Барнаулки сложен песками мелкими, с прослоями суглинков и супесей.

### **Степень пораженности Обского склона оползнями**

Интенсивность пораженности Обского склона оползнями неодинакова. Очень сильной пораженностью оползнями характеризуются участки, где отсутствует пойма: от санатория «Барнаульского» до нового автомобильного моста через р. Обь (на этом участке почти весь Обской склон поражен оползневыми цирками) и от Барнаульской нефтебазы 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 овчинно-меховой фабрики (АО «Руно») и от ТЭЦ-2 до завода 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 завода технического углерода до АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» включительно.

Слабо поражен оползнями ( $K_p$  меньше 0,1) правый склон долины р. Барнаулки от её устья до западной границы города.

Барнаульское Приобье по степени интенсивности оползнеобразования поделено на четыре района. Пятый район расположен по р. Барнаулке.

Первый район прослеживается от пос. Ерестной до нового моста через Обь.

Протяженность его 4 км. Коэффициент пораженности склона оползнями ( $K_p$ ) равен 0,5–1,0, коэффициент устойчивости склона ( $K_y$ ) – 0,4–0,7, крутизна склонов  $45-55^\circ$ , местами до  $80^\circ$ , 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.

Второй район расположен от устья Барнаулки до железнодорожной выемки. Протяженность его 5 км. Коэффициент пораженности склона оползнями ( $K_p$ ) равен 0,25–0,5, коэффициент устойчивости склона ( $K_y$ ) – 0,6–

1,4, крутизна склонов  $5-45^\circ$  и более, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби от 10 м на 1-й надпойменной террасе – до 50–60 м на 3-й террасе, генезис оползней – суффозионные процессы, в меньшей степени эрозионные (овражная деятельность) и антропогенные факторы.



*Рис. 28. Оползневый обрыв у садоводства «Энергетик»*

Третий 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 ( $K_y$ ) – 0,4–1,4, крутизна склонов от 25–40° и до 80–85°, превышение Приобского плато над меженным уровнем Оби 60–95 м, генезис оползней – суффозионные процессы, эрозионные (овражная деятельность), антропогенные и полигенные факторы.

Четвертый район расположен от АО «Барнаулмясо» до Научного городка. Протяженность его 12,5 км. Коэффициент пораженности склона оползнями

(Кп) равен 0,2–0,6, коэффициент устойчивости склона (Ку) – 0,6–2,0, крутизна склонов от 25–40° и до 80–85°, 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 г.

### **Факторы оползнеобразования**

Повышенная крутизна склона – основной фактор развития оползневых процессов [2, 63]. Коэффициент устойчивости Обского склона различен, изменяясь от 0,4 до 2,8. Но на большей части склона, там, где крутизна его превышает 30–35°, коэффициент устойчивости меньше 1,0, то есть 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 (песков и супесей), 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 при замачивании лёссовидных суглинков и супесей покровных отложений и красnodубровской свиты, слагающих Обской склон. При природной влажности это прочные грунты, способные держать вертикальную стенку (удельное сцепление 0,20–0,30 кПа, угол внутреннего трения 22–27°), но в водонасыщенном состоянии их прочностные характеристики резко снижаются (удельное сцепление 3–8 кПа, угол внутреннего трения 12–17°), 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 в пределах городской черты, что при преобладающих юго-западных и западных ветрах является благоприятным фактором для накопления зимой снежных масс (их надув), 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 приречную полосу.

Значимость всех этих причин возникновения оползнеобразования неодинакова для различных участков Обского склона, хотя везде решающим фактором является большая крутизна склона.

Так, на участке от первого речного водозабора до устья Барнаулки важным фактором является размывающая деятельность Оби. Роль суффозионных процессов и других факторов ограничена.

На участке от устья Барнаулки до нефтебазы 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 своим происхождением суффозионному выносу песков в основании склона на линии разгрузки грунтовых вод (несколько выше глин кочковской свиты).

На участке от нефтебазы 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 своим происхождением сход ряда оползней, в том числе оползня у ДОЗа (деревообрабатывающего завода) в 1973 г.

### **Генетико-морфологические особенности оползней**

По морфологии исследуемая территория относится к области линейного распространения оползней.

Деформирующимися горизонтами являются покровные лёссовые суглинки и супеси, а также пески, супеси и суглинки красnodубровской 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 участке «Заводские оползни») и более.

Самый крупный готовящийся оползень 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., то есть данный оползень готовится 46 лет.

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. м<sup>3</sup> протекало в течение трех 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 шинного завода. Первые признаки его движения были отмечены в 1980 году. Затем в течение трех 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. (трещины шириной до 3 мм в кирпичных стенах и фундаментах). Решающая подвижка произошла 17 июня 1983 г., когда сорвалась масса грунта объемом 20 тыс. м<sup>3</sup> и причинила большой ущерб.

Таким образом, движение оползней осуществляется в две 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 равна 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 склонов очень крутых, с сильным воздействием

оползневых факторов – к примеру, на участке от санатория «Барнаульского» до речного вокзала.

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 один год, крупных – за несколько лет. Так, гребень языка самого крупного оползня, сошедшего в 1914 году, простоял 8 лет.

По размерам оползни бывают 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. Высота вертикальной трещины отрыва – от 5–7 м до 15–20 м. Объем сходящих масс грунта – от 0,2–3 тыс. м<sup>3</sup> до 100–700 тыс. м<sup>3</sup>. Один из самых значительных оползней случился 31 мая 1999 г. на участке ул. Поселковой. Ширина его по фронту составила 190 м, объем порядка 200 тыс. м<sup>3</sup>.

По положению поверхности смещения оползни в основном инсеквентные, поверхность смещения у них пересекает слои разного состава: покровные верхнечетвертичные суглинки и супеси, ниже-среднечетвертичные суглинки и пески красnodубровской свиты, глины кочковской свиты.

Но имеются и асеквентные оползни, у которых скольжение проходит по однородной толще. Это отмечается на участках, где разрез представлен только суглинками (оползень у АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод»).

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. Это оползни № 5 (ул. Поселковая), № 10 (ул. Тачалова), № 64 (ул. Кузбассовская) и др. (нумерация оползней дана оползневой станцией).



*Рис. 29. Оползень, сошедший 8 апреля 1989 г. Язык его вдаётся в русло Оби*

Оползни течения характеризуются смещением грунтового массива в виде вязкого или вязко-пластичного течения (оползни-потоки, смывы, оплывины). Примером может служить оползень, сошедший у кожзавода. 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 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 своим происхождением 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.



*Рис. 30. Оползень, отколовшийся от склона, но не сползший вниз.  
Кожзавод, 19.04.1989 г.*

Эрозионные оползни образуются при подмыве берега течением вод или волнами, повреждении льдинами, при этом возрастают 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.

Подобные оползни широко распространены в районе ул. Поселковой, Береговой, Кузбассовской, Тачалова; в меньшей степени – у нефтебазы, по ул. Берег Оби.

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).



*Рис. 31. Расплывшийся язык оползня. Водонасыщенным грунтом залит двор дома по ул. Красноярской, 230*

Оползни этого типа получили широкое распространение. Они развиты на участках овчинно-меховой фабрики (АО «Руно»), нефтебазы, ул. Берег Оби, лодочной станции ВРЗ и др.

Антропогенные оползни образуются при искусственном повышении уровня грунтовых вод, увлажнении и обводнении пород, сопровождающихся снижением их прочности. Повышение влажности грунтов и их обводнение обуславливаются фильтрацией вод из водосодержащих промышленных систем (резервуары и т. п.) и подземных водонесущих сетей, подпруживанием поверхностного и подземного стока, нерегулируемым орошением (огороды на склонах).

Другими причинами антропогенных оползней являются подрезка склонов, их перегрузка при возведении сооружений близ бровки плато, отсыпка насыпных грунтов в верхней части склона с последующим их водонасыщением и другие случаи, связанные с деятельностью человека. Такие оползни характеризуются быстрым пластическим течением сильно увлажненных или разжиженных пород (оползень № 20).

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» рост оползневых цирков достигал 2–5 м в год.

### **Знаменательные по масштабам и последствиям оползни Барнаульского Приобья**

*Самый крупный оползень.* Из известных в истории города 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 этого оползня 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. м<sup>3</sup>.

*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. м<sup>3</sup>), но он разрушил четыре жилых дома, дачу, баню и унес жизни девяти человек.



*Рис. 32. «Пьяный лес»*

*Оползни, послужившие причинами смертельных случаев:*

– оползень у кожзавода 21 апреля 1973 г. привел к разрушению двух домов с человеческими жертвами (два человека);

– антропогенный оползень (спływ древесных отходов, перемешанных с грунтом) на участке ДОЗа 6 мая 1973 г. также разрушил два жилых дома и унес жизни двух человек;

– 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 погибли шесть человек (рис. 33).



*Рис. 33. Разрушенный антропогенным оползнем 3-этажный гараж по ул. Кавалерийской, 5а. 1988 г.*

Среди других наиболее крупных оползней можно отметить следующие:

– оползень, сошедший летом 1985 г. на ул. Тачалова и Кузбассовской, объемом 300 тыс. м<sup>3</sup>; городская территория уменьшилась на несколько сотен м<sup>2</sup>, язык оползня завалил часть русла Оби;

– оползень, сорвавшийся 7 марта 1997 г. близ завода технического углерода, объемом 170 тыс. м<sup>3</sup>;

– оползень, случившийся 31 мая 1999 г. на участке ул. Поселковой, ширина его по фронту составила 190 м, объем порядка 200 тыс. м<sup>3</sup>.

### **Ущерб от схода оползней**

Ущерб, приносимый оползневыми процессами, значителен. В первую очередь, это человеческие жертвы: за последние 46 лет погибло 19 человек. Значительны и ежегодные материальные потери. За этот же период разрушено около 20 жилых домов, насосная станция АО «Барнаульский шинный комбинат», водоводы, золопроводы, ливневые и канализационные коллекторы, уничтожен ряд садовых участков (вместе с садовыми домиками), сокращены территории АО «Мельница», Нагорного парка и др.

Администрация города, 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 тысяч человек проживают в опасной зоне. В опасной зоне находятся также около 30 крупных и средних промышленных предприятий и санаторий «Барнаульский».

### **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 гг. «АлтайТИСИзом» и «Гипрокоммунпроектом» проведены изыскания, и последним составлены технические проекты берегоукрепительных и противооползневых работ на девяти 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 [70].

В 80-х и 90-х годах XX в., а также в 2000–2005 и в 2015–2017 гг. были выполнены берегоукрепительные и противооползневые мероприятия на восьми участках общей протяженностью 2,3 км (выше нового Обского автомобильного моста, у ДОЗа, речного вокзала, АО «Мельница» и др.). Этими работами, где-то полностью, а где-то частично, были решены определенные задачи, но основная часть Обского склона осталась не укрепленной.

Процессы оползнеобразования в Барнаульском Приобье по категории опасности, согласно СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий», 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.

## СУФФОЗИЯ

Суффозионные процессы, особенно механическая суффозия, получили широкое развитие на территории города [2, 39, 48, 54, 57, 63].

Этому способствовали такие факторы, как наличие крутых склонов (левый берег Оби, правый берег Барнаулки), оврагов, искусственных дренажных выемок, заметный уклон уровня грунтовых вод в сторону рек, его значительные сезонные колебания, облегченная инфильтрация атмосферных осадков, наличие легкоразмываемых грунтов (песков, супесей, суглинков), теряющих структурные связи при их обводнении или увлажнении.

Наиболее интенсивно процессы механического выноса частиц из грунтов протекают на склонах Приобского плато в левобережье р. Оби, 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 кочковской свиты.

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.

Выше устья р. Барнаулки на склоне Приобского плато 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 санатория «Барнаульского» 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 овчинно-меховой фабрики до нефтебазы, обуславливая образование суффозионных оползней. Типичным суффозионным оползнем является оползень на участке нефтебазы. Широко развиты эти процессы также на участке от железнодорожной выемки до завода технического углерода – к примеру, оползень на участке ТЭЦ-2.

Суффозионные процессы проявляются не только в песках, но и в лёссовых суглинках краснодубровской свиты. Суффозионные процессы в лёссах обязаны тому, что при замачивании этих пород их структурные связи легко разрушаются из-за резкого падения величин удельного сцепления грунтов при их водонасыщении (снижаются в 2–4 раза).



*Рис. 34. Суффозионная воронка у водовода меланжевого комбината на Обском склоне*

Благоприятным условием для развития суффозионных процессов, выноса материала и формирования псевдокарстовых форм в лёссовых породах 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 м<sup>3</sup>.

Псевдокарстовые образования широко развиты вдоль всего левобережного борта долины р. Оби. Они ослабляют склон, способствуя развитию оползневых процессов и оврагообразованию. Подобные полости «глиняного карста» отмечены на участке пустыря по ул. Поселковой, юго-восточнее домов по ул. Береговой, 1; ул. Гуляева, 59; восточнее складов готовой продукции овчинно-меховой фабрики и др.

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.

За период 1974–2005 гг. наблюдениями оползневой станции на пустыре ул. Поселковой было отмечено увеличение размеров и глубины подобной системы воронок, их постепенное слияние, обрушение сводов и арок. По мнению специалистов оползневой станции, 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 м<sup>3</sup>.

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 грунтовых масс. Особенно интенсивно выносятся грунты обратной засыпки траншей.

Примером образования подземной полости в лёссах, обусловленной деятельностью человека, служит пещера размером 80 м<sup>3</sup> на склоне долины р. Оби (см. рис. 34). Пещера сформировалась в 1977 г. в результате утечек из водовода меланжевого комбината.

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. 33).

В том же году, при прорыве напорного канализационного коллектора № 9, на склоне железнодорожной выемки сформировалась трубчатая полость в лёссовых 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.

## **ОВРАГООБРАЗОВАНИЕ**

Процессы оврагообразования получили довольно широкое развитие на исследуемой территории, приурочиваясь в основном к склону долины р. Оби, Приобскому плато, в меньшей степени – к бортам долины р. Барнаулки [2, 54, 57, 63]. 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, северо-восточная и восточная экспозиции левобережного Обского склона, благоприятные для накапливания снежных масс, сдуваемых с плато наиболее частыми зимой южными и юго-западными ветрами;

– интенсивный характер снеготаяния весной, развитие бурного поверхностного стока при малой инфильтрации из-за наличия неоттаявших грунтов (под слоем оттаявших пород);

– сложение склона лёссовыми породами, способными держать крутые стенки в маловлажном состоянии, но легко подвергающимся размыву водными потоками.

Овражной эрозии способствует и деятельность человека:

– уничтожение растительного (дёрнового) 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.

Наибольшей овражной эрозии подвержен левобережный склон Оби. Здесь 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.

На Обском склоне в пределах исследуемой территории можно наметить три участка, наиболее подверженных овражной эрозии.

Первый участок находится между мясокомбинатом (АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод») и железнодорожной выемкой. Особенно интенсивно здесь развиты овраги между мясокомбинатом и ТЭЦ-2. Врез оврагов значительный (30–80 м), но длина их ограниченная (100–600 м). Лишь два оврага, между Туриной горой и мясокомбинатом, 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 мясокомбинатом имеет ширину 400–500 м.

Многие овраги ветвятся, имея короткие отвершки. Большинство их находится в стадии выработки профиля равновесия. Интенсивная донная эрозия обусловила их V-образную форму 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.

Многие овраги вскрывают водоносные горизонты красnodубровской свиты, в результате чего по их дну текут не временные, а постоянные водотоки, способствующие развитию донной и боковой эрозии. В местах выхода в оврагах подземных вод или выхода скрытого сброса проток иногда наблюдается суффозия с развитием небольших оползней или оползнепроявлений.

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 пос. Ерестной – 1200 м. Врез оврагов третьего участка – 30–60 м. Большинство их также находится в стадии выработки профиля равновесия.

В долине Барнаулки процессы оврагообразования на её левом и правом берегах протекали по-разному. В левобережье, где долина широкая и представлена поймой и тремя надпойменными террасами, сложенными песками, оврагообразование в пределах черты города проявилось слабо. Но здесь все же сформировались три 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-й и 2-й 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 два 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 двух основных отвершков небольшая (5–10 м). Борта их крутые.

Сухой Лог имеет длину 8,8 км, протягиваясь до 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 лёссами, имеющими слабые структурные связи в водонасыщенном состоянии и легко поддающимися размыву водными потоками.

На правом берегу Барнаулки оврагообразование получило развитие лишь на склоне Приобского плато. Наиболее значительными являются овраги по ул. Аванесова, Пороховому взвозу (ул. Фомина) и Пороховому Логу.

Окультуренный, закрепленный овраг по ул. Аванесова 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 Приобского плато. 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 – о ликвидации оврагов путем засыпки грунтом. Тем более недопустимо развитие овражной эрозии по причинам антропогенного характера.

## ПЛОСКОСТНАЯ ЭРОЗИЯ

Явления плоскостного смыва получили развитие на территории города в пределах склона Приобского плато [2, 63]. Интенсивному смыву подвержен левобережный склон Оби на всем протяжении.

На развитие плоскостного стока в г. Барнауле и его 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, лёссы);
- 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, по наблюдениям оползневой станции, 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, рывины, 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, 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 2–4-го 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 1975–1977 гг. на участке первого речного водозабора и в 1990–2005 гг. на участке нового Обского моста и выше его по Оби работы на откосах и террасах были выполнены с нарушением правил. Не были произведены надвигка 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.

## ПРОСАДОЧНОСТЬ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ

Лёссовые просадочные грунты сплошным чехлом покрывают поверхность Приобского плато, на котором расположена большая часть Барнаула: северная и часть центральной территории города, нагорная часть Барнаула (в том числе пос. Южный) [2, 19, 20, 43, 45, 63]. При замачивании этих грунтов происходит дополнительная осадка, называемая просадкой.

Лёссовые просадочные грунты представлены суглинками и супесями с числом пластичности, как правило, находящимся в пределах 0,05–0,10. По существу, они представляют собой единый генетический комплекс субаэральных отложений. Эти грунты характеризуются близкими значениями физико-механических свойств.

Текстура лёссовых грунтов обычно массивная, однородная, не слоистая, макропористая, осложненная по отдельным интервалам разрезов развитием пятен и полос карбонатизации и ожелезнения. На участках, прилегающих к Барнаульской древней долине стока, наблюдается слоистая текстура: переслаивание супесей или суглинков с маломощными прослойками песков.

Просадочные лёссы трещиноваты. 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.

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<sup>2</sup>, ниже их количество уменьшается от 1–2 до 5–6 на 1 см<sup>2</sup>. Поры, как правило, имеют трубчатую форму, в сечении – округлую. Пористость грунтов колеблется от 42 % до 60 %, чаще – 45–49 %.

По величине слагающих грунты частиц структура лёссов псаммо-алеврито-пелитовая.

Содержание песчаных фракций по ареометрическому анализу – 15–25 %, пылеватых частиц – 50–75 %, глинистых – такое же, что и песчаных: 15–25 %.

Сравнение результатов ареометрического и микроагрегатного анализов показывает, что значительное количество простых частиц связано в агрегаты, особенно глинистые и пылеватые частицы.

Мощность толщи просадочных грунтов колеблется от 5 до 13,5 м, обычно она составляет 8–10 м.

Природная влажность лёссов изменяется от 0,08 до 0,20 долей единицы, чаще для грунтов характерна влажность 0,12–0,17.

Влажность на границе пластичности находится в пределах 0,15–0,23, при наиболее повторяющихся значениях – 0,17–0,20.

Влажность на границе текучести также изменяется в широких пределах 0,23–0,35, но чаще ограничивается значениями 0,25–0,29. Плотность

просадочных лёссов природной влажности относительно невысокая: 1300–1800 кг/м<sup>3</sup> (обычно 1400–1700 кг/м<sup>3</sup>).

Плотность сухого грунта изменяется от 1100 до 1600 кг/м<sup>3</sup>, при более характерных величинах 1350–1500 кг/м<sup>3</sup>. Коэффициент пористости лёссов варьирует от 0,70 до 1,20, при наиболее часто встречающихся значениях 0,72–0,90.

Консистенция просадочных лёссов твердая (реже полутвердая для суглинков и пластичная для супесей, еще реже встречаются тугопластичные просадочные суглинки).

Относительная просадочность лёссов при нагрузке 0,3 МПа изменяется в широких пределах от 0,01 до 0,12. 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, 0,03–0,05), но ниже она постепенно снижается, составляя на глубине 8–12 м 0,01–0,02.

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 г. Барнаула превалирует первый тип грунтовых условий по просадочности.

Второй тип грунтовых условий по просадочности (для него характерна просадка грунтов от собственного веса более 5 см) отмечается лишь на отдельных ограниченных площадях. Размеры участков второго типа небольшие: 50 x 100 м, 100 x 200 м и т. п. Они отмечены на территории заводов близ бровки Приобского плато (ГРО, заводы транспортного машиностроения, станкостроительный и др.) и в ряде микрорайонов южнее Павловского тракта (№ 2001, 2003, 2004 и др.).

Начальное просадочное давление, 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 увеличиваются до 0,25–0,30 МПа.

Грунты, находящиеся на глубине свыше 10 м, как правило, имеют начальное просадочное давление свыше 0,30 МПа (то есть 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 первый 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 в г. Барнауле наглядно показал, что недоучет особенностей просадочных свойств грунтов приводит к развитию недопустимых деформаций и обуславливает аварийное состояние зданий и сооружений. Основная причина этого – утечка 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 в городе значительное количество.

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 примера значительных деформаций можно привести дом по ул. Э. Алексеевой. Здание 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, 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, 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-этажного дома № 23 в квартале 1082 (1975 г.) в его стенах появились трещины. Причина – неравномерное уплотнение грунтов, их неравномерная просадка при замачивании лёссов оснований фундаментов ливневыми водами (не был обеспечен сток воды).

После возведения коробки 5-этажного панельного дома (строительство не было закончено) № 41 в квартале 1074 (1971 г.) 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, где еще в мае 1985 г. крен колонн из-за просадки лёссов 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 в Барнауле сотни зданий имеют деформации из-за просадки грунтов.

## **ПОДТОПЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ**

Согласно СНиП 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 Барнауле подтопление территорий наблюдается как развивающийся процесс и осуществляется по двум схемам [2, 13, 14, 17, 19, 20, 36–38, 54, 57, 63]:

1. Подъем уровня грунтовых вод в старой части города, в пределах надпойменных террас р. Барнаулки и в долине р. Пивоварки.

2. Повышение влажности грунтов и формирование нового подвешенного водоносного горизонта в верхней части покровных лёссов в пределах застроенной территории Приобского плато или подъем уровня грунтовых вод на этой территории.

На территории города, находящейся в пределах Приобского плато, в широком масштабе отмечается повышение влажности лёссовых грунтов. Основная причина – утечки вод из инженерных коммуникаций, а также уменьшение испарения влаги из грунтов благодаря застройке и асфальтированию площадей и др.

Утечки вод могут иметь значительные масштабы. Так, по данным Харьковского УкрГИИНТИЗа, водонесущие коммуникации теряют порядка 10 % вод после трех 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 получили эти процессы на территории Северной промзоны города. Верхняя часть разреза представлена здесь просадочными лёссами, подстилаемыми непросадочными суглинками и супесями красnodубровской свиты.

Грунтовые воды находятся на глубине 25–50 м.

Эта промзона застраивалась, начиная с 1941 г. 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, мясокомбинат). Замоченные грунты отмечаются или с поверхности, или с некоторой глубины (5–10 м).

Природная влажность лёссовых 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 (шинный завод, АО «Химволокно», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, заводы геологоразведочного оборудования и 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 промышленных стоков.

На заводе технического углерода у котельной образовался купол замоченных грунтов за два 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 тугопластичной 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 лёссов 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 от 22–27° до 15–20°, удельное сцепление – от 24–30 кПа до 5–15 кПа, модуль деформации – от 10–15 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 АО «Химволокно».

Здания с деформациями имеются практически на всех заводах Северной промзоны: на шинном, станкостроительном, «Трансмаше», технического углерода, моторном, ГРО и других.

Так, на АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод» к 1978 г. на всех наружных стенах 4-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 пивзаводе. 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-этажного жилого здания по ул. Юрина, 208, где в течение ряда лет в техническом подполье 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 1-й 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 2-й и 3-й надпойменных террас и водоносных горизонтов краснодубровской свиты Приобского плато.

Определенную роль в его питании играют воды, теряющиеся из инженерных коммуникаций на 1-й террасе. В последние десятилетия, в связи со строительством в старой части города многоэтажных домов, возросло водопотребление, а значит, увеличились и утечки вод. В связи с этим стал подниматься уровень грунтовых вод на 1-й 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 1-й 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 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 2-й и 3-й террасах уровень грунтовых вод залегает относительно глубоко и меньше влияет на инженерные сооружения (за исключением прибровочной полосы 2-й террасы). Но здесь в связи с подземными водами возникает другая проблема: влияние «верховодки» на строительство и эксплуатацию сооружений.

В составе песков 2-й и 3-й надпойменных террас часто встречаются прослои 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, 58.

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 затапливаются технические подполья 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, прилегающем к ней. В результате оказались подтопленными фундаменты свыше 200 частных домов, вода затопила подвалы. Грунты приобрели пучинистые свойства, ряд домов получили деформации. Встал вопрос о сносе отдельных домов и переселении семей в новые здания.

В целом процессы подтопления в Барнауле получили значительное развитие. Общая площадь подтопленных и подтопляемых земель составляет 2100 га. Материальный ущерб значителен.

### **Скорость повышения уровня грунтовых вод (УГВ).**

При объеме потребляемых вод в г. Барнауле порядка 100 млн м<sup>3</sup> утечки из водонесущих труб (для них в основном нормативный срок эксплуатации превышен) могут составить 20–40 млн м<sup>3</sup>. При суммарной площади застроенной территории и осваиваемых участков в 150 км<sup>2</sup> теряющаяся при утечках вода составит слой толщиной в 0,13–0,27 м. При пористости лёссовых 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 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 в год.

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 – 0,35 м в год.

УГВ на территории застраиваемых микрорайонов южнее Павловского тракта в основном обязан своим подъемом стоку грунтовых вод из зон 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-го 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.

**1-я надпойменная терраса р. Барнаулки.** Режимные наблюдения оползневой станции за уровнем грунтовых вод по скважине 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.

**2-я 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.

**3-я 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.

## МОРОЗНОЕ ПУЧЕНИЕ ГРУНТОВ

Основными типами грунтов в Барнауле на Приобском плато являются лёссы, а на террасах Барнаулки – пески мелкие.

Лёссы представлены в основном суглинками легкими пылеватыми (число пластичности 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 [2, 20, 36, 37, 54, 57, 63]. При большой их влажности, 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 %).

Пески мелкие на террасах Барнаулки в основном являются непучинистыми. Но на участках, где в их составе содержание частиц мельче 0,05 мм (пылеватых и глинистых частиц) превышает 15 %, эти пески являются слабопучинистыми (II группа, относительное морозное пучение 1–4 %) при степени водонасыщения 0,6–0,8. Среднепучинистыми свойствами обладают пески мелкие пылеватые при степени водонасыщения 0,8–0,95, а когда она превышает 0,95, пески становятся сильно и чрезмерно пучинистыми.

В целом можно отметить, что пучинистость песков практически не сказывается на строительстве и эксплуатации зданий, чего нельзя сказать о лёссах.

При застройке территорий, сложенных лёссами, неизбежно происходит их замачивание. Большие утечки вод наблюдаются из водосодержащих и водопотребляющих систем в промышленных зонах. Суглинки и супеси на плато становятся пучинистыми и при естественном насыщении верхнего их слоя водой в осенний период при длительных дождях, что характерно для климата Барнаула в конце сентября и в октябре.

Пучение водонасыщенных лёссов начинает проявляться в ноябре при начале их промерзания и достигает максимума в конце марта (иногда в первых числах апреля), когда мощность мерзлых грунтов достигает максимума.

Пучение грунтов – серьезный ОПП, не учитываемый в достаточной степени проектировщиками и строителями. В условиях Барнаула, где на Приобском плато сплошным покровом залегают просадочные лёссы, это явление усугубляется совместным действием при замачивании грунтов и просадки, и пучения.

Продолжающиеся в течение 30 лет деформации дома по ул. Новороссийской, 8, обязаны своим проявлением 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 его частях, 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 непучинистыми грунтами, что в Барнауле зачастую не выполняется. Эта засыпка производится нередко грунтом из вскрытого котлована под здание, то есть 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 2-3-этажные здания.

Из-за пучения страдают и инженерные коммуникации. Так, вывод из строя водонесущих систем в результате пучения замоченных лёссовых суглинков в строящихся микрорайонах южнее Павловского тракта в 80-х годах XX в. заставил проектировщиков «Алтайгражданпроекта» более внимательно отнестись 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 лёссовых суглинков и супесей, являющихся чрезмерно пучинистыми грунтами, чревато разрушением дорожной одежды при замачивании этих грунтов. Примером может служить реконструкция автодороги 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, не замечая, что главная причина его ломки – пучение грунтов. Так, асфальтовое покрытие подходов к мосту через р. Барнаулку по пр. Красноармейскому не выдержало нескольких лет эксплуатации (появились многочисленные выбоины) из-за того, что насыпь подходов была отсыпана из чрезмерно пучинистых суглинков.

## ЗАТОПЛЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ (НАВОДНЕНИЯ)

Часть территории г. Барнаула, расположенная на поймах Оби и Барнаулки, подвергается наводнениям [2, 7, 19, 20, 26, 52, 54, 57, 63, 68, 69].

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).

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



*Рис. 35. Наводнение 2014 г. Затоплен пос. Затон*

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, тысячи домов.

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, где было затоплено 5 тыс. домов, – 745 см.

В долине Барнаулки в черте города пойма сохранилась лишь фрагментарно. На большей части поймы отметки её поверхности подняты при отсыпке грунтов серебряноплавильным 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.

## РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Река Обь у Барнаула характеризуется большими значениями стока наносов, приводящих к значительным переформированиям русла. Норма стока взвешенных наносов составляет 260 кг/сек., в паводок он увеличивается до 2000–2800 кг/сек. Сток донных наносов ориентировочно составляет 20–30 % от расхода взвешенных наносов.

Эрозионно-аккумулятивной деятельности вод Оби обязаны своим возникновением преобразующие действия в русле реки, на пойме и островах [2, 7, 63, 71]. Процессы донной эрозии и аккумуляции особенно интенсивно протекают в периоды половодий и паводков. Они обуславливают 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. Деформации русла р. Оби показаны на рис. 36.

Русловые процессы развиваются по типу незавершенного меандрирования: излучины реки не достигают стадии петли, когда происходит спрямление русла.

К макроформам относят речные излучины с прилегающими участками пойм. В районе Барнаула выделяются 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.

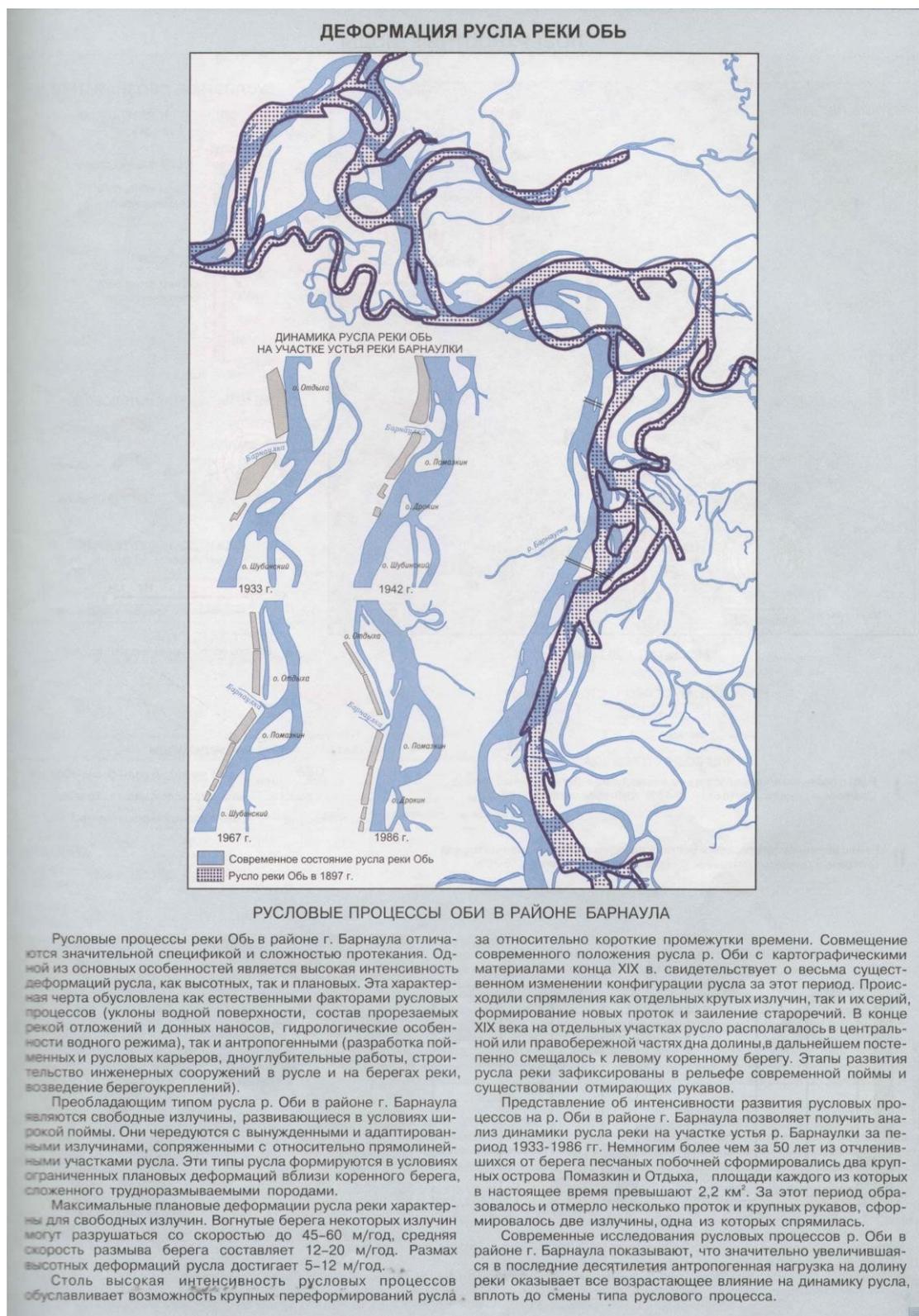


Рис. 36. Русловые процессы на р. Оби

В процессе переформирования русла происходят деформации русловых макро-, мезо- и микроформ.

Мезоформы на начальных стадиях развития представляли собой скопления наносов, обнажающихся в межень (косы, осередки). Для этих незакрепленных растительностью песков были характерны высокие скорости плановых деформаций: от десятков метров в год до 150–410 м/год. В дальнейшем мезоформы зарастали, и их деформации становились значительно меньше: от нескольких метров до нескольких десятков метров в год.

Основными мезоформами Оби на участке Барнаула в XX в. являлись острова Ерестнинский, Шубинский, Дрокин, Помазкин, Отдыха, Большой Болдинский, Малый Болдинский, Шадрино.

Русловые микроформы 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 существенные 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: МалыйКазенный, ВерхнийЛапинский 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.

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 МалогоКазенного.

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. протока у левого берега (Солдатовская), 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. м<sup>2</sup>, в 1960 г. 1810 тыс. м<sup>2</sup>, в 1967 г. 745 тыс. м<sup>2</sup>, в 1981 г. 2324 тыс. м<sup>2</sup>. 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. м<sup>2</sup> (при отметке горизонта воды 129 м), а к концу века – 2200 тыс. м<sup>2</sup>. 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).

## **РАЗМЫВ И ПЕРЕРАБОТКА БЕРЕГОВ**

В данной главе рассматриваются в основном процессы разрушения речной эрозией коренного левого берега Оби [2, 7, 19, 20, 26, 36, 52, 54, 57, 63].

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 м<sup>3</sup>/с. На данный процесс большое влияние оказывают также стеснение русла при строительстве мостов и полное перекрытие правобережной поймы глухими насыпями подходов к мостам.

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).



*Рис. 37. Размыв левого берега Оби*

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.



*Рис. 38. Размыв берега Оби*

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.



*Рис. 39. Деформация бетонных плит набережной р. Барнаулки*

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).

## **ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Согласно СП 14.13330.2014 (Строительство в сейсмических районах, СНиП-П-7-81\* 2014 г.) расчетная сейсмическая интенсивность в баллах шкалы MSK-1964 для средних грунтовых условий в г. Барнауле составляет:

– 6 баллов для степени сейсмической опасности, равной 10-процентной вероятности возможного превышения или 90-процентной вероятности не превышения в течение 50 лет (карта ОСР-97А);

– 7 баллов для 5-процентной вероятности возможного превышения в течение 50 лет (карта ОСР-97В);

– 8 баллов для 1-процентной вероятности в течение 50 лет (карта ОСР-97С).

10-процентную вероятность сейсмической опасности (6 баллов) предлагается учитывать для массового строительства, 5-процентную (7 баллов) – для объектов повышенной ответственности, 1-процентную (8 баллов) – для особо ответственных объектов.

Таким образом, для объектов повышенной ответственности и особо ответственных объектов при их проектировании необходимо назначать антисейсмические мероприятия.

Оправдана ли подобная балльность землетрясений для Барнаула?

Ретроспектива в историческое прошлое города подтверждает это.

В районе г. Барнаула за время наблюдений в XX в. зафиксированы два эпицентра землетрясений: один из них расположен в 14 км к юго-востоку от города, а второй – в 30 км к северо-западу от него. Магнитуда обоих эпицентров землетрясений равна 4.

27 сентября 2003 г. в Кош-Агачском районе произошло сильнейшее землетрясение. В г. Барнауле оно проявилось силой в 6 баллов [2, 55].

Значительные землетрясения, ориентировочно в 6–7 баллов, произошли в Горном Алтае также в марте 1785 г., 25 ноября 1846 г., 4 марта 1882 г., 9 июля 1905 г., 9 ноября 1929 г., в 1931 г., 1934 г., 1986 г. и в 1988 г. Они отразились землетрясениями в 4–6 баллов в г. Барнауле [2, 63].

Сильным было землетрясение в 1785 г. Тогда единственное каменное здание города, Петропавловский (Петро-Павловский) 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.

**Самое сильное землетрясение за всю историю г. Барнаула.** 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. 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 [2, 55].

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 г. Барнауле, 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 ГУМП «Фабрика «Динамо», 2-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 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 другие предметы на полках шкафов и сервантов, качались люстры. Подпрыгивали и иногда падали с полок чашки, книги и другие 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 другие домашние животные пугались.

При землетрясении был отмечен сход оползня течения на правом склоне долины р. Барнаулки 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.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Почти все рассматриваемые ОПП имеют тенденцию к расширению масштабов развития со временем [2, 7, 17–21, 36, 52, 54, 57, 63, 69]. 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 оползневого Обского склона.

**Оврагообразование** будет проходить, но в ограниченных пределах. При энергичной деятельности городских властей и руководства предприятий, на территории которых они находятся (или которую 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 (есть тенденция к сохранению прежних темпов её проявления).

**Просадочность лёссовых грунтов.** В настоящее время существуют довольно надежные методы подготовки оснований и выбора типов фундаментов, при которых не произойдет просадки даже при замачивании лёссовых 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 деформации 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** будет прогрессировать. Оно будет обязано своему проявлению именно возрастанию 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 %.

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, пивзавода и завода искусственного 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, в пос. Урожайном, южнее Павловского тракта и в пос. Южном.

Дальнейший подъем уровня грунтовых вод в долине реки Пивоварки (если не будут проведены требуемые мероприятия) расширит зону подтопления на данном участке, вовлечет в сферу деформационных нарушений дополнительный ряд частных домов.

На 1-й 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 2-й и 3-й 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 расширением зон замоченных грунтов на Приобском плато ожидается увеличение масштабов и значимости явления пучения грунтов и рост неблагоприятных последствий: деформаций зданий, сооружений, инженерных коммуникации и автодорог.

**Наводнения, русловые процессы, размыв берегов.** Сооружение нового Обского автомобильного моста в некоторой мере нарушило существующие условия прохождения половодий на Оби. Оно не повлияло на частоту и продолжительность половодий, но несколько повысило уровень высоких вод выше нового моста при половодьях от 1 % до 17 % обеспеченности.

Формирование подмостовой ямы у этого моста, по существу, уже завершилось. Наблюдаемое в конце 90-х годов обмеление у причала речного вокзала – временное явление, постепенно глубина здесь восстанавливается. Занос песками устья Бобровской протоки и акватории у речного водозабора, по-видимому, будет продолжаться. Сохранится и тенденция размыва коренного левого берега Оби: от санатория «Барнаульского» до Нагорного парка, а также в районе от нефтебазы до железнодорожной выемки. Продолжится размыв поймы на левом берегу, ниже железнодорожных мостов, на правом берегу между новым автомобильным мостом и железнодорожным мостом. Продолжится рост ухвостья острова Отдыха.

**Землетрясения.** XVIII, XIX, XX века и начало XXI столетия ознаменовались значительными землетрясениями в г. 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 процессы получили широкое развитие на территории г. Барнаула. Ущерб, приносимый ими, значителен. Некоторые из них вызывают человеческие жертвы.

Почти все ОПП имеют тенденцию расширения масштабов развития со временем, что связано с увеличивающимся антропогенным воздействием на

природную среду. Если не осуществить профилактические, охранные мероприятия, то ОПП существенно осложнят жизнедеятельность города, обусловят новые материальные потери и жертвы.

С целью недопущения развития ОПП необходимо обобщить материалы их исследования, уточнить причины их формирования и факторы, способствующие их развитию, уточнить тенденции их развития, разработать меры по уменьшению негативного их воздействия.

Для систематического изучения динамики ОПП, оценки геологической обстановки и прогнозирования её изменения и управления этими процессами необходимо проведение мониторинга геологической среды на территории г. Барнаула.

## 14. РАДИАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРРИТОРИИ

Радиационное состояние территории определяется в основном существующим фоном природного гамма-излучения на местности, гамма-излучением в построенных зданиях, выходом из почвы радиоактивных газов (главным образом радона) и содержанием этих газов в возведенных зданиях.

Радиационная обстановка изучалась АО «АлтайГИСИЗ», а также Центром санэпиднадзора и Центром стандартизации, метрологии и сертификации [2, 58, 59, 65]. Установлено, что гамма-излучение территории составляет 0,08–0,15 мкЗв/час, чаще 0,10–0,13 мкЗв/час [2, 58]. Согласно критериям [31], это не превышает допустимой нормы излучения (не более 0,34 мкЗв/час, или не более 0,3 мкГр/час).

Величины значений плотности потока радона (ППР) из почвы на застраиваемой территории, как правило, колеблются от 20 до 80,0 мБк/м<sup>2</sup>с, что также не превышает допустимое значение, равное 80 мБк/м<sup>2</sup>с для II категории радоноопасности [2, 58, 59, 65]. Это позволяет не предусматривать защиту зданий от проникновения эманаций радона, ограничиваясь их естественной вентиляцией. Но на отдельных участках ППР оказалась повышенной: 80–140 мБк/м<sup>2</sup>с. Такие участки отмечены в долине Барнаулки и на Приобском плато южнее Павловского тракта. Для зданий, возводимых на этих участках, необходимо применять 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.

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 [2, 58, 59, 65].

Параметром, характеризующим содержание радиоактивных газов в помещениях зданий и сооружений, является их объемная активность, преимущественно радона. Объемная активность радона в зданиях и сооружениях изменяется от 20 до 50 Бк/м<sup>3</sup>, реже до 80–100 Бк/м<sup>3</sup>, что меньше допустимой величины, равной 100 Бк/м<sup>3</sup> [2, 58, 59, 65]. Но иногда наблюдаются повышенные значения объемной активности радона: 120–140 Бк/м<sup>3</sup>. В таких случаях необходимо назначить принудительную вентиляцию помещений, особенно подвала и первого этажа.

В целом радиационная обстановка в городе благоприятная.

## **15. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ГОРОДА**

Город оказывает значительное и многостороннее воздействие на природную среду. По существу, эту среду уже нельзя назвать природной, и надо пользоваться термином «окружающая среда». Природные условия по степени их трансформации тесно связаны с экологическим состоянием территории.

По мере развития города – роста числа его жителей и застроенной части Барнаула, возрастания промышленного потенциала, увеличения числа транспортных средств и развития инфраструктуры – масштаб воздействия на окружающую среду всё увеличивается, по некоторым параметрам достигая и даже превышая критический уровень. Так как это связано с уровнем качества жизни, со здоровьем людей, то очень важно организовать и последовательно проводить слежение за изменением окружающей среды.

Воздействие инженерно-хозяйственной деятельности человека на природные условия многогранно и порой имеет значительные масштабы [2, 3, 7, 17, 26, 28, 35, 37, 52–54, 56, 57, 59, 60, 65, 66, 69, 70].

Ниже рассматривается антропогенное воздействие на отдельные компоненты природной среды.

### **Воздушный бассейн**

Атмосфера территории города в значительной степени загрязнена взвешенными и газообразными веществами: оксидом и диоксидом азота, углеводородами, оксидом углерода, сероводородом, диоксидом серы, бенз(а)пиреном, формальдегидом, фенолом, пылью, сажей и другими вредными веществами [2, 3, 16, 28, 52, 59, 60, 65].

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Барнауле проводятся на пяти стационарных постах за девятью примесями (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, сероводород, сажа, фенол, формальдегид, бенз(а)пирен и тяжелые металлы), с периодичностью отбора проб шесть дней в неделю, три раза в сутки (7:00, 13:00 и 19:00).

Основными источниками загрязнения воздуха города являются промышленные предприятия теплоэнергетики, машиностроения, нефтехимической, пищевой промышленности и автотранспорт. Определенную долю загрязнения обуславливают и выбросы печных труб частного сектора.

В табл. 20 приведены средние по городу уровни загрязнения воздуха в последний год до депрессии экономики (1991 г.) и в год пика ее развала (1994 г.) [28, 59].

Таблица 20

Средний по городу уровень загрязнения воздуха (Q в мг/м<sup>3</sup>)  
и объемы выбросов (M в тыс. т в год) вредных веществ

Вредные вещества	Характеристика	Годы	
		1991	1994
Взвешенные вещества (пыль)	Q	0,3	0,3
	M	54,0	48,6
Диоксид серы	Q	0,004	0,003
	M	47,1	37,5
Оксид углерода	Q	2	2
	M	21,5	9,8
Диоксид азота	Q	0,03	0,05
	M	14,3	12,6
Оксид азота	Q	0,01	0,02
	M		
Сероводород	Q	0,001	0,001
	M	0,361	0,132
Сероуглерод	Q	0,006	0,005
	M	3,606	0,673
Фенол	Q	0,004	0,002
	M	0,0128	0,008
Сажа	Q	0,05	0,03
	M	0,509	0,832
Формальдегид	Q	0,005	0,008
	M	0,048	0,007
Бенз(а)пирен мкг/м <sup>3</sup>	Q	3,4	1,5
Итого	M	141,8	120,1
Потенциал загрязненности атмосферы		3,1	2,8

В 1991 г. был достигнут наибольший объем промышленного производства в истории Барнаула. Соответственно, в этот год были наибольшие выбросы в атмосферу пыли и газообразных вредных веществ. В 1994 г. промышленное производство сократилось до 30–40 % от уровня 1991 г., уменьшились и выбросы в воздушный бассейн вредных веществ.

В конце XX в. и в XXI в. до 2019 г. промышленное производство так и не достигло уровня 1991 г., и степень загрязнения воздушной среды от промышленных предприятий в эти годы была меньше. Так, выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в 2001 г. составили 79,6 тыс. т, в 2002 г. – 63,9 тыс. т, в 2003 г. – 67,4 тыс. т, в 2015 г. – 48,0 тыс. т, в 2016 г. – 51,2 тыс. т, в 2017 г. – 51,0 тыс. т, в 2018 г. – 50,03 тыс. т. Доля проб атмосферного воздуха, не соответствующего нормативам, в 2016 г. составила 2,05 %.

Уровень загрязнения атмосферы от выхлопов автомобилей к 2019 году возрос из-за увеличения их численности. Если доля автотранспорта в суммарном загрязнении воздуха в 80-е годы предыдущего столетия составляла порядка 35–40 %, то в XXI в., по оценкам специалистов, она увеличилась до 50–55 %.

В 2016 году специалистами Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» отобрано и проанализировано 34 876 проб атмосферного воздуха г. Барнаула.

По **взвешенным веществам** превышение ПДК в течение 2016 г. отмечено во всех районах города, среднегодовая концентрация пыли в целом по городу составила 1,3 ПДК [72]. Она обусловлена развеиванием почв и грунтов на территории города, выбросами твердых веществ промышленными предприятиями (особенно теплоэлектроцентралями), пылеобразованием от движущегося транспорта. Значительная доля запыленности обусловлена ветровым поступлением эоловых частиц с прилегающих к городу территорий. При скорости ветра в 6–10 м/с в воздух поднимаются и переносятся не только глинистые и пылеватые частицы, но и песчаные величиной до 1 мм. В городе ветры нередко достигают скорости в 10–15 м/с и более, иногда вызывая пыльные бури. Запыленность воздуха увеличивается в теплое время и, особенно, в переходные периоды года за счет добавления почвенной пыли.

В летние месяцы содержание пыли доходит до 2,8–3,1 ПДК. В целом по городу в период с апреля по сентябрь среднемесячные концентрации ее достигали 1,2–2,7 ПДК. Наибольшее загрязнение отмечено в Центральном районе, где среднегодовая концентрация пыли превысила ПДК в 1,7 раза. Среднемесячные концентрации в Центральном и Октябрьском районах в апреле, мае, сентябре достигали 2,8–3,1 ПДК. Для Центрального района в апреле была отмечена наибольшая повторяемость проб, превышающих ПДК, – 38,2 %. Максимальная концентрация взвешенных веществ была зарегистрирована в мае в Октябрьском районе и составила 4,6 ПДК. По сравнению с 2015 г. наблюдался рост средних концентраций взвешенных веществ и сажи, возросла повторяемость превышений ПДК по данным ингредиентам.

Средняя за год концентрация **сажи** в целом по городу составила 0,8 ПДК. Превышения ПДК отмечались в течение года во всех районах города. В период отопительного сезона в Центральном районе, на 1-й надпойменной террасе среднемесячная концентрация сажи достигала 3,4 ПДК. В январе повторяемость превышений ПДК по районам города составила 13,0–48,1 %. Максимальная концентрация сажи достигла в ноябре в Центральном районе 3,7 ПДК, в марте 1,7 ПДК. Объекты, обуславливающие загрязнение: мелкие котельные, печи частного сектора, автотранспорт.

Средняя за 2016 г. концентрация **диоксида азота** составила по городу 1,1 ПДК, в Центральном районе 1,5 ПДК. Повышенная концентрация диоксида азота отмечалась также вблизи промышленных предприятий района Потока. Средняя за год концентрация диоксида азота в 2016 г. оценивалась как высокая, в 2015 г. – повышенная, в предыдущие годы – высокая.

Средняя за год концентрация **оксида углерода** во всех районах города не превысила 1,0 ПДК. Максимальная концентрация 1,9 ПДК зарегистрирована в Октябрьском районе в октябре 2016 г. Наибольшие среднегодовые концентрации, равные ПДК, отмечены у напряженных автомагистралей (Павловский тракт, пр. Космонавтов, Строителей, Красноармейский и др.).

Концентрации **бенз(а)пирена** возрастают в отопительный период, достигая 2,5–4,2 ПДК. В теплый период концентрации снижаются. Но в 2016 г. максимальная концентрация 6,4 ПДК отмечена в мае в Индустриальном районе. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена превысила стандарт ВОЗ в 1,9 раза.

Средняя за год концентрация **формальдегида** составила 0,9 ПДК. В июне – сентябре, в месяцы с интенсивной солнечной радиацией, среднемесячные по городу концентрации превышали ПДК в 1,3–1,6 раза, достигнув максимума в Октябрьском районе в июне 1,9 ПДК, в июле – 2,5 ПДК.

Средняя за год концентрация **фенола** в целом по городу составила 0,3 ПДК. Максимальная концентрация 2,2 ПДК зарегистрирована в октябре в Железнодорожном районе.

Концентрации **диоксида серы, оксида азота, тяжелых металлов и сероводорода** в 2016 г. не превышали ПДК.

За 5-летний период (2012–2016 гг.) отмечается рост средних концентраций взвешенных веществ, оксида азота и формальдегида.

Выбросы вредных веществ значительны. Уровень загрязнения атмосферного воздуха города в 2016 году оценивался как высокий, в 2015 – повышенный, в предыдущие годы – высокий. По сравнению с 2015 годом наблюдался рост средних концентраций взвешенных веществ и сажи, возросла повторяемость превышений ПДК.

В целом уровень загрязнения воздушной среды довольно высокий, индекс загрязненности атмосферы по пяти ингредиентам (ИЗА 5) составляет 2–10.

Наибольшая загрязненность воздуха отмечается в Северной промышленной зоне и прилегающей к ней территории. Очень значительная загрязненность наблюдается также в Южной промышленной зоне и на Власихинской промышленной площадке. Повышенной загазованностью характеризуются все

основные магистрали города: проспекты Ленина, Красноармейский, Комсомольский, Космонавтов, Павловский и Змеиногорский тракты, улицы Аванесова, Петрова, Попова, Малахова, Юрина, Воровского и др.

Неблагоприятное состояние воздушного бассейна объясняется не только большими объемами выбросов вредных веществ промышленными предприятиями и автотранспортом, но и нерациональным расположением Власихинской и Южной (Центральной) промышленных зон.

Только Северная промышленная зона расположена благоприятно относительно розы ветров (преимущественное направление ветра – с юго-запада на северо-восток). Власихинская промышленная площадка, находящаяся на юго-западной окраине города, расположена неблагоприятно относительно селитебных территорий по розе ветров. Превалирующие западные и юго-западные ветра легко доносят до спальных районов города (пос. Урожайный, Дальние Черемушки и др.) взвешенные и газообразные вредные вещества (загрязняя воздух) от ТЭЦ-3, пивзавода, завода синтетического волокна, ЗКПД и других предприятий этой промышленной зоны. Еще хуже расположены предприятия Южной (Центральной) промышленной зоны, находящиеся среди жилой застройки.

Положение усугубляется тем, что у предприятий Южной промышленной зоны (АЗА и др.) практически нет санитарно-защитной зоны (СЗЗ). У Северной промышленной зоны СЗЗ имеется, но недостаточной ширины (70–100 м), и протягивается вдоль зоны не повсеместно. Власихинская промышленная площадка имеет СЗЗ, но внутри нее находится Власихинский жилой поселок.

Усугубляет положение узость улиц (20–50 м), что не дает возможности в должной мере создать защитные зеленые насаждения, а также осложняет проветриваемость городских улиц.

Главные загрязнители атмосферы в Барнауле: ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, Барнаульская теплоэлектроцентраль, а также ОАО «Техуглерод» (Барнаульский завод технического углерода), ОАО «Химволокно», ООО «Барнаульский завод резиновых технических изделий», АО «Фитум» (Барнаульский завод асбестотехнических изделий), ООО «Алтайский шинный комбинат», ОАО «Алтайдизель» (Алтайский моторный завод), КЖБИ-1, КЖБИ-2, ЖБИ-100, АО «Прессмаш», ОАО «Барнаултрансмаш», ООО «Сибэнергомаш-БКЗ», ОАО «Барнаульский радиозавод», АО «Барнаульский меланжевый комбинат» («Меланжист»), АО «Алтайгеомаш» (завод геологоразведочного оборудования), АО «ХК «Барнаульский станкостроительный завод», ОАО «Барнаульский вагоноремонтный завод», ОАО «Завод синтетического волокна», АО «Алтайский завод агрегатов», ОАО «Асфальто-бетонный завод», ООО «Руно», ОАО Барнаульский канифольный завод, ООО «Барнаульская зеркальная фабрика», ЗАО «Завод ячеистого бетона», АО «Мебельная фабрика», ОАО «Барнаульский авторемонтный завод», АО ПКФ «Силикатчик» (завод строительных материалов), АО «Завод керамзито-бетонных изделий», АО «Молочная сказка» (горькомолзавод), АО АПЗ «Ротор», автоколонны 1247, 1243 и другие.

Неудовлетворительное состояние атмосферы вызывает, прежде всего, заболевания органов дыхательной системы (особенно верхних дыхательных путей), крови и органов кроветворения, а также болезни органов пищеварения. Летучие органические соединения способствуют образованию злокачественных опухолей. Особенно это сказывается на детях.

Так, сравнение заболеваемости детей до 1 года в районе с наибольшим загрязнением воздушного бассейна (Поток) и наименее загрязненным (пос. Южный) в 1996 г. показывало, что уровень заболеваний верхних дыхательных путей и органов пищеварения значительно выше на Потоке (см. табл. 21) [3].

Таблица 21

Загрязнение воздушного бассейна\*

Загрязнение воздушного бассейна		Уровень заболеваемости детей до 1 года	
Вредные вещества	Степень загрязнения, в мг/м <sup>3</sup>	Наименование болезней	Заболеваемость на 1 тыс. человек
Пыль	0,44/0,18	Болезни верхних дыхательных путей: мальчиков девочек	870/548 1066/561
Оксид углерода	1,85/1,33		
Сероуглерод	0,66/0,33		
Диоксид серы	1,2/1,1		
Сероводород	0,54/0,33	Болезни органов пищеварения: мальчиков девочек	31,6/0,1 52,3/0,1

\* Примечание: в числителе данные по Потоку, в знаменателе – по пос. Южному.

Улучшение атмосферной среды возможно при осуществлении мероприятий:

- внедрение более эффективных газо- и пылеулавливателей на котельных промышленных предприятий,
- переход промышленных предприятий на более экологически чистое газовое топливо,
- внедрение на автомашинах устройств, уменьшающих выбросы вредных веществ,
- работа автомобилей на более экологически чистом топливе,
- создание вокруг промышленных зон достаточно широких санитарно-защитных зон с зелеными насаждениями,
- при застройке новых микрорайонов проектирование полос зеленых насаждений на автомагистралях: с шестью рядами – лиственных и хвойных пород деревьев; с двумя рядами – низких и высоких кустарников.

## Водная среда

Водоснабжение населения города в основном (на 85–90 %) осуществляется за счет поверхностных вод р. Оби, и лишь жителей пригородных поселков и отдельных участков города – за счет подземных вод [44].

### Поверхностные воды

Основными водотоками, влияющими на жизнедеятельность Барнаула, являются реки Обь и Барнаулка, в меньшей степени Пивоварка, которая в качестве постоянного водотока проявляется только в нижнем своем течении.

Все эти реки загрязнены [2, 7, 10, 26, 28, 59, 60, 68, 69, 72].

Воды Оби без воздействия деятельности человека были бы чистыми, о чём свидетельствуют данные химанализов вод в верховьях Катуня и Бии, составляющих р. Обь. На Катуня воды чистые даже в створе особой экономической зоны туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) «Бирюзовая Катунь», за исключением повышенного содержания нефтепродуктов из-за стоков с Чуйского тракта.

По состоянию на 2016 г., согласно государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды в Алтайском крае в 2016 г.», воды р. Оби выше Барнаула по степени загрязнения являются очень загрязненными (4-й класс), а ниже города – грязными (5-й класс), см. табл. 22 [72]. Воды Барнаулки грязные (5-й класс), Пивоварки – чрезвычайно грязные (7-й класс).

Таблица 22

Классы качества вод рек

Реки	Положение	Наличие критических показателей загрязненности	Средняя концентрация вредных веществ, в долях ПДК			Класс качества
			нефтепродуктов	железа общего	фенолов летучих	
Обь	Выше г. Барнаула	-	2,2	6,4	1,2	4 – очень загрязненная
Обь	Ниже г. Барнаула	-	2,6	7,2	1,8	5 – грязная
Барнаулка	В г. Барнауле	железо общее	3,6	12,9	0,4	5 – грязная

Основные источники загрязнения:

#### 1. Вне Барнаула:

– города и села, расположенные у берегов Оби выше по течению от Барнаула;

– ливневые стоки в Обь выше по течению от Барнаула, особенно стоки сельскохозяйственных полей.

#### 2. В Барнауле:

- производственные и хозяйственно-бытовые сточные воды, сбрасываемые городскими очистными сооружениями и промышленными предприятиями;
- продукты выбросов в атмосферу промышленными предприятиями (диффузные источники загрязнения);
- ливневые стоки;
- предприятия, находящиеся в прибрежных зонах рек (заводы, АЗС, гаражи, нефтебаза и др.). Нефтепродукты и другие вредные вещества, находящиеся на площади этих предприятий, фильтруясь в почвы, грунты, достигают подземных вод, которые разгружаются в воды Оби, Барнаулки и Пивоварки;
- городские полигоны хранения бытовых и производственных отходов.

На загрязнение вод р. Оби влияют и находящиеся на ее пойме поля золошлаковых намывных грунтов ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и ЗАО «Комбинат химических волокон».

Барнаул имеет городские канализационные очистные сооружения (КОС-1 и КОС-2) для очистки производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, общей производительностью 340 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, а в год сбрасывают до 100 млн м<sup>3</sup>, а также ряд очистных сооружений отдельных предприятий. Сточные воды проходят биологическую, физико-химическую и механическую очистку.

Большинство предприятий Барнаула не имеют локальной очистки стоков, и основная масса сточных вод поступает в канализацию.

В 1991 г. сброс сточных вод в Обь составил 165,9 млн м<sup>3</sup>, в 1997 г. – 93,98 млн м<sup>3</sup>, а в 2001 г. – 131,4 млн м<sup>3</sup>, в 2004 г. – 154,3 тыс. м<sup>3</sup> [2, 28, 59–61, 67, 68, 72]. Из них в 1997 и 2001 гг. не прошли очистку или недостаточно очищены свыше 10 млн м<sup>3</sup> вод. В 2004 г. загрязненных вод (без очистки) сброшено 26,8 млн м<sup>3</sup>, недостаточно очищенных – 112,9 млн м<sup>3</sup>, нормативно-очищенных – 0,016 млн м<sup>3</sup>, нормативно-чистых (без очистки) – 5,5 млн м<sup>3</sup>.

Сброс сточных вод в Обь в 2016 г.: основной загрязнитель вод – ЗАО «Барнаульский водоканал», сбросивший до 100 млн м<sup>3</sup> сточных вод (83 % от общего объема сброшенных вод), другие загрязнители: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 – сброс вод 11 млн м<sup>3</sup>, АО «Шинный завод» – 3 млн м<sup>3</sup>, ЗАО «Комбинат химических волокон» – 2 млн м<sup>3</sup>, АО «Алтайдизель» – 500 тыс. м<sup>3</sup>, АО «Барнаултрансмаш» – 270 тыс. м<sup>3</sup>, АО «Алтайский завод агрегатов» – 300 тыс. м<sup>3</sup>.

Поступление загрязняющих веществ в реки Пивоварку, Власиху и Сухой Лог осуществляется ливневыми стоками с площадок АЗС, с автодорог, стоянок и гаражей.

Чтобы иметь представление об объемах сбрасываемых в поверхностные воды загрязняющих веществ, приведем данные по 2001 г.: сброшено 4,46 тыс. т хлоридов, 3,07 тыс. т сульфатов, 891,03 т нитратов, 96,59 т фосфатов, 63,99 т азота аммонийного, 20 т нефтепродуктов, 10,84 т железа, 5,43 т цинка, 0,09 т меди, 0,02 т фенолов, 0,01 т хрома [68].

Обь – одна из величайших рек мира, для Барнаула она является основным источником питьевого водоснабжения населения, производственного водоснабжения и в то же время приемником ввода сточных вод – как ливневых, так и хозяйственно-фекальных вод.

Обь является многоводной рекой, и она справляется в основном с существующей нагрузкой поступающего загрязнения.

Исследование вод Оби на участке второго речного водозабора (основного водозабора города) показало, что свойства вод и содержание вредных веществ в них слабо изменяются по годам (стабильное состояние), но довольно заметно меняются в зависимости от сезонов года.

Воды Оби гидрокарбонатные кальциево-натриевые. Запах отсутствует или равен 0,5–1,0 баллам (в весенне-летнее половодье). Цветность 25–30° в половодье и 15–20° в остальное время года. Прозрачность вод во все сезоны ниже нормы: 13–25 см зимой и 3–10 см в остальные сезоны. Это объясняется большим количеством взвешенных веществ. Содержание их зимой составляет 10–50 мг/дм<sup>3</sup>, в половодье 30–130 мг/дм<sup>3</sup> [2, 69]. Сухой остаток 100–200 мг/дм<sup>3</sup>, воды пресные. Реакция вод нейтральная или слабощелочная, рН 7,4–8,0. Жесткость общая зимой 2,37–3,1 мг-экв/л, в остальное время года 1,4–2,0 мг-экв/л.

Содержание вредных веществ в водах Оби на участке второго речного водозабора приведено в табл. 23 (в мг/дм<sup>3</sup>).

Таблица 23

Содержание вредных веществ в водах Оби

Наименование вредных веществ	ПДК	Содержание вредных веществ по сезонам			
		Весенне-летнее половодье	Летняя межень	Осенняя межень	Зимняя межень
Цинк	1,0	0,005–0,01	0–0,035	0,005–0,01	0,005–0,04
Свинец	0,01	0	0	0	0–0,001
Никель	0,02	0	0	0–0,1	0–0,005
Кадмий	0,001	0	0	0	0–0,0005
Хром	0,05	0	0	0	0
Железо	0,3	0,038–0,575	0,075–0,32	0,12	0,075–0,47
СПАВ		0–0,11	0	0	0–0,06
БПК 5	2	1,6–2,25	0,8–1,63	1,24–1,86	0,95–2,06
Хлориды	350	3,65–4,0	2,87–3,5	3,75–7,0	4,5–6,62
Сульфаты	500	11,0–12,5	6,33–7,5	9,8–33,0	13,25–48,65
Аммиак	1,5	0–0,195	0–0,025	0–0,10	0–0,114
Нитриты	3,3	0,0015–0,0035	0,0023–0,0175	0–0,0075	0,0028–0,012
Нитраты	45	2,4–3,4	1,0–1,55	0,98–1,7	3,04–3,55
Нефтепродукты	0,1	0–1,745	0,065–0,16	0–0,98	0,35–1,02
Фенолы	0,001	0	0–0,004	0	0

Содержание остальных элементов (в мг/дм<sup>3</sup>): стронция – 0,1 (ПДК – 7), марганца – 0,09 (ПДК – 0,1), алюминия – 0,1 (ПДК – 0,2), лития – 0,004 (ПДК – 0,03), селена – 0,003 (ПДК – 0,01), кальция – 10,5, магния – 3,35 (ПДК – 50), натрия – 2,44 (ПДК – 200), калия – 1,5 (ПДК – 30).

Воды Оби характеризуются повышенной цветностью, низкой прозрачностью, высокой жесткостью, повышенным содержанием взвешенных частиц. Из вредных веществ в водах Оби отмечается превышение ПДК по нефтепродуктам, мышьяку, иногда по железу. Содержание тяжелых металлов невысокое.

Кислородный режим вод: в водах Оби дефицит кислорода был отмечен в створе ниже г. Барнаула, а выше г. Барнаула режим удовлетворительный.

Воды Оби имеют повышенное микробное заражение, особенно ниже выпуска городских сточных вод.

В целом качество вод Оби недостаточно высокое. Оно не отвечает требованиям нормативов для питьевого водоснабжения как по химическим, так и по бактериальным показателям. Воды Оби могут быть использованы для питьевых целей только после очищения и обеззараживания.

Следует отметить, что низкокачественная питьевая вода отрицательно влияет на здоровье человека.

В частности, при обеззараживании воды Оби применяется ее хлорирование, но, согласно требованиям ГН 2.1.5.1315-03, содержание хлора в водах для питьевых целей недопустимо. Хлор в организме человека образует вредные вещества – в частности, ядовитый диоксин.

Считается, что повышенная заболеваемость населения кишечными инфекциями, наряду с другими факторами, обязана низкому качеству питьевых вод.

**Барнаулка и Пивоварка** – маловодные реки. Они не справляются с переработкой поступающих загрязнителей. Прозрачность вод низкая (11–15 см), что связано с большим количеством взвешенных веществ (60–100 мг/дм<sup>3</sup> и более) [2, 60, 68, 69]. Воды этих рек содержат значительные концентрации биогенных элементов (ионы аммиака, азота, фосфат-ионов). В частности, содержание аммиака достигает иногда 1,5 мг/дм<sup>3</sup> и более, а в водах Пивоварки – 2,5–8,3 мг/дм<sup>3</sup>, что свидетельствует об интенсивном загрязнении рек органическими веществами бытового происхождения. Качество вод р. Барнаулки в створе бывшего водоема «Лесной пруд» приведено в табл. 24.

Таблица 24

Качество вод р. Барнаулки

Наименование показателей	Единицы измерения	Показатели 1988 г.		Показатели 2004 г.	
		Степень загрязнения	Доли ПДК	Степень загрязнения	Доли ПДК
Запах	балл	0			
Цветность	градус	40–60			
Прозрачность	см	11–15			
Взвешенные вещества	мг/дм <sup>3</sup>	60–100			
Жесткость общая	мг-экв/л	5,6–5,9			

Сухой остаток	мг/дм <sup>3</sup>	423–498			
Нефтепродукты	мг/дм <sup>3</sup>	0,45–0,9	4,5–9	0,305	3
Железо	мг/дм <sup>3</sup>	0,1–0,36	0,3–1,2	0,507	1,7
Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	19,5–31	0,06–0,1		
Сульфаты	мг/дм <sup>3</sup>	48–53	0,1		
Аммиак	мг/дм <sup>3</sup>	0,13–0,44	0,1–0,3		
Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0			
Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	0,01–0,95	0,02		
Медь	мг/дм <sup>3</sup>	0,01			
Цинк	мг/дм <sup>3</sup>	0,01–0,03	0,01–0,03		
Свинец	мг/дм <sup>3</sup>	0			
Никель	мг/дм <sup>3</sup>	0			
Кадмий	мг/дм <sup>3</sup>	0			
Хром	мг/дм <sup>3</sup>	0			
БПК 5	мг/дм <sup>3</sup>	0,25–7,4	0,12–3,7	3,35	1,7
Фенолы	мг/дм <sup>3</sup>	0		0,004	4
СПАВ	мг/дм <sup>3</sup>	0,06–0,3			
Фосфаты	мг/дм <sup>3</sup>			0,171	0,9
Азот аммонийный	мг/дм <sup>3</sup>			1,05	2,1
Азот нитритный	мг/дм <sup>3</sup>			0,049	2,5

Кислородный режим: в водах Барнаулки отмечен дефицит кислорода.

Химическое потребление кислорода (ХПК) – 3,3 ПДК.

В водах Барнаулки отмечено превышение ПДК по нефтепродуктам, железу, БПК 5, фенолам, азоту аммонийному и нитритному.

Воды Барнаулки по содержанию органических веществ, согласно нормативам для вод рыбохозяйственного назначения, классифицируются как грязные.

Класс качества вод Барнаулки – 5 (грязные).

Воды Барнаулки и Пивоварки не могут быть использованы для хозяйственно-питьевых целей.

Воды Барнаулки использовались ранее для купания и отдыха. На реке был расположен городской пляж «Лесной пруд». Но из-за высокого бактериального заражения вод (бактерий группы кишечной палочки в воде на участке пляжа в летние сезоны достигало 50–100 тыс. в 1 дм<sup>3</sup>) пляж был закрыт.

Ввиду высокой загрязненности вод Барнаулки и Пивоварки (как химическими компонентами, так и микробами, в том числе кишечной палочкой, сальмонеллами и др.) санитарно-эпидемиологическая обстановка этих водотоков неблагоприятная.

### **Подземные воды**

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Барнаула используются подземные воды водоносных горизонтов Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна неогенового (кочковский, павлодарский, таволжанский горизонты) и палеогенового возраста (атлымский и островновский горизонты) [2, 4, 44, 47, 63].

Все водоносные горизонты хорошо защищены с поверхности мощным слоем глинистых пород с низким коэффициентом фильтрации, за исключением кочковского горизонта. Кочковский горизонт также перекрывается сверху глинистыми породами с низким коэффициентом фильтрации, но местами они отсутствуют («гидрогеологические окна»), и на этих участках воды кочковского водоносного горизонта имеют гидравлическую связь с загрязненными грунтовыми водами.

Загрязненность грунтовых вод обусловлена в основном фильтрацией вредных веществ с талыми и ливневыми водами с поверхности в грунты и затем в грунтовые воды. Особенно интенсивно загрязнение грунтовых вод происходит на участках нефтебаз, АЗС, гаражей, полигонов твердых бытовых и промышленных отходов, заводов, складов и др. Грунтовые воды загрязняются нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими вредными веществами.

Подземные воды павлодарского, таволжанского, атлымского и островновского водоносных горизонтов не подвержены загрязнению. Они без запаха (0 баллов), цветность их 10–15 градусов, жесткость умеренная.

Воды этих горизонтов пригодны для использования в хозяйственно-питьевых целях [2,44,47].

В качестве примера приводится химический анализ подземных вод, откачиваемых из эксплуатационных скважин № 1, 3, 5 Алтайского завода агрегатов (см. табл. 25).

Таблица 25

Химический состав подземных вод (в мг/дм<sup>3</sup>)

Наименование химического элемента	ПДК	Осредненное содержание
Цинк	1,0	0,01–0,06
Свинец	0,01	0,005
Молибден	0,25	0,004–0,005
Алюминий	0,2	0,05–0,22
Железо	0,3	0,58–1,2
Литий	0,03	0,03
Кадмий	0,001	0,00003–0,0001
Селен	0,01	0,005
Хром	0,05	0,0008–0,005

Марганец	0,1	0,09–0,19
Никель	0,02	0,002–0,006
Магний	50	16,5–18,5
Натрий	200	67–98

Подземные воды содержат пониженное (по сравнению с ПДК) содержание фтора и повышенное – железа.

Следует отметить, что при использовании подземных вод для питьевых целей они должны подвергаться фторированию.

### **Ландшафты**

Ландшафты городской территории изменены почти полностью и восстановлены быть не могут [2, 4, 16, 25, 28, 35, 59, 65].

Вместо основного ландшафтного компонента (степи) на Приобском плато появилась городская застройка. Степные участки сохранились только на небольших незастроенных площадях.

Существенно пострадал лес Барнаульского ленточного бора. В левобережье Барнаулки он полностью вырублен, и территория застроена. В правобережье этой речки вырубки не имели сплошного характера, но среди леса отмечаются большие безлесные участки.

### **Почвы**

В пределах застроенной части территории города почвы подвергнуты весьма сильному антропогенному и техногенному воздействию, которое выражается в следующем [2, 7, 16, 23, 25, 28, 35, 53, 59, 65, 66].

1. Полное уничтожение почвенного покрова на участках строительства зданий и сооружений. Перед строительством почва снимается, сгребается в бурты и хранится до окончания строительства. По его завершении она используется для рекультивации нарушенных участков.

2. Нарушение структуры почвы и перемешивание почвенных горизонтов. При вышеуказанном снятии почвы нарушается ее структура и перемешиваются почвенные генетические горизонты. Но плодородные свойства почвы при этом сохраняются. По завершении строительства при рекультивации почвенный материал надвигается на нарушенные участки слоем толщиной 0,3 м, планируется и засеивается многолетними травами, образуя газоны.

3. Дефляция (развеивание ветрами) почвы на участках, где снят дерновой покров.

4. Отложение золотого материала на поверхности почв.

5. Эрозия почвенного покрова на склонах под влиянием крупнотруйчатых ливневых потоков.

6. Загрязнение почвы вредными веществами производственного и бытового происхождения, талыми и ливневыми водами, что обуславливает бактериальное загрязнение почв, повышение содержания в них нефтепродуктов, тяжелых металлов и др.

7. Осаждение на почвы вредных аэрозолей и взвешенных частиц от выбросов труб котельных предприятий и выбросов двигателей автотранспорта, что ведет к повышению в почвах содержания сажи, пыли, тяжелых металлов и других вредных веществ.

Масштабы полного уничтожения почвы значительны, они достигают 25–30 % площади застроенной территории, около 3000 га.

Еще более велики площади, занятые газонами, скверами, реконструируемыми парками, где в почве нарушена структура и перемешаны почвенные горизонты. Их территория охватывает около 8000 га.

Процессы осаждения взвешенных веществ и аэрозолей широко проявились в Северной и Южной промышленных зонах, на Власихинской промышленной площадке и на прилегающих к ним территориях, а также вдоль магистралей и других дорог города. Особенно интенсивно эти процессы происходят на площадках ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Объемы выбросов вредных веществ в виде пыли составляют свыше 50 тыс. т ежегодно [28]. Все они осаждаются на почву. В их составе – токсичные вещества: медь, свинец, цинк, кадмий, ртуть, мышьяк и другие. Содержание в почвах меди, цинка, свинца в зонах воздействия теплоэлектроцентралей выше фоновых в 2–3 раза [16, 28].

С процессами осаждения взвешенных веществ связано механическое и химическое загрязнение почв.

В выхлопах двигателей внутреннего сгорания автомобилей содержится порядка 20 % условно твердых выбросов пылевидных частиц: сажи, аэрозолей цинка, кадмия и других. Они вместе с отработавшими газами развеиваются ветром и затем осаждаются на поверхности почв в придорожной полосе шириной около 100 м от проезжей части дороги, обуславливая механическое и химическое загрязнение почв. Наиболее существенно это проявилось вдоль основных магистралей города, где интенсивность движения достигает 5–15 тысяч автомобилей в сутки: проспекты Ленина, Строителей, Красноармейский, Калинина, Космонавтов, Павловский тракт, улицы Попова, Петрова, Малахова, Северо-Западная и некоторые другие.

Химическое загрязнение почв происходит на площадках хранения горюче-смазочных материалов (Барнаульская нефтебаза, хранилища ГСМ на ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, Центральная теплоэлектроцентраль, многочисленные АЗС, гаражи и др.). Здесь почвы загрязняются нефтепродуктами. В районе полигонов бытовых и промышленных отходов города величина диоксинового эквивалента превышает нормы в 1,05–58,9 раза. Высока доля фуранов.

В целом в почвах Барнаула содержание меди, свинца, цинка, кадмия, марганца, кобальта, никеля, хрома, ванадия превышает региональные (для Западной Сибири) фоновые значения [16].

Бактериологическое загрязнение почв происходит посредством потоков талых и дождевых вод, несущих микробы, вирусы, яйца мух и глисты животных бытового происхождения. В застроенной части города почвы повсеместно имеют бактериологическое загрязнение.

Почвы обладают способностью биологического самоочищения. Но при постоянно действующих в городе факторах интенсивного техногенного и

бытового загрязнения почвы не справляются с их механическим, химическим и бактериологическим воздействием. Идет деградация почв, отмечается снижение их экологической чистоты и плодородных свойств. Со временем почвы будут всё более и более загрязняться.

По данным Центра санитарии и эпидемиологии Барнаула, состояние почв незастроенных территорий, которые исследуются для застройки, следующее (см. табл. 26) [65].

Таблица 26

Степень загрязненности почв

Определяемые показатели	Результаты исследований	Величина допустимого уровня
<b>А. Химический анализ</b>		
Токсичные элементы	В мг/кг	В мг/кг
Медь	<1–6	Не более 3
Цинк	8–20	Не более 23
Свинец	<1–15	Не более 6
Кадмий	<0,5–1,5	Не более 2
Никель	<1–3	Не более 4
Пестициды:		
ДДТ	<0,004–0,008	0,1
Гексохлоран	<0,004–0,007	0,1
<b>Б. Радиологические исследования</b>		
Радий-226	15–80 Бк/кг	100 Бк/кг
<b>В. Энтомологические и паразитологические исследования</b>		
Яйца гельминтов	Не обнаружены	Не допускаются
Цисты патогенных простейших	Не обнаружены	Не допускаются
Живые личинки трематод	Не обнаружены	Не допускаются
Личинки и куколки синантропных мух	Не обнаружены	Не допускаются
<b>Г. Микробиологические исследования</b>		
Индекс БГКП	1–10 КОЕ/г, иногда до 15 КОЕ/г	Не более 10 КОЕ/г
Индекс энтерококков	От <1 до 10 КОЕ/г, иногда до 18 КОЕ/г	Не более 10 КОЕ/г
Патогенные, в том числе сальмонеллы	Не обнаружены в 1 г	Не допускается в 1 г

**Таким образом, почвы незастроенных территорий в основном «чистые», но иногда в них отмечается повышенное содержание меди, свинца, энтерококков.**

### **Флора**

Растительность города подверглась сильному антропогенному воздействию – как в негативном отношении, так и в положительную сторону [2, 15, 16, 25, 59, 68].

Значительному изменению подверглась **древесная растительность**. До заложения города вся приустьевая часть долины Барнаулки была покрыта сосновым лесом (ленточный сосновый бор Барнаульской древней долины стока). По мере строительства Усть-Барнаульской деревни, а затем Барнаульского плавильного завода (и при нём посада) началось сведение леса для строительства жилых домов и заводских зданий. Потребность в древесном материале возрастала по мере расширения Барнаула.

Кроме того, рубки леса были вызваны и тем, что сереброплавильный завод работал на древесном угле, потребность в котором была большой. Весь лес в окрестностях Барнаула был бы вырублен за полуторавековой период деятельности завода, если бы не предусмотрительность и рачительное отношение к лесу наших предков.

Проблема лесных ресурсов для завода была одна из основных. Ее понимал и Кабинет Ее Императорского Величества, в ведении которого находился Алтайский горный округ и его рудники и заводы. Лесная отрасль велась по-хозяйски. В Указе Канцелярии Колывано-Воскресенского горного начальства от 21 августа 1759 г. предписывалось:

*«...имеющиеся леса как от пожару, так и от излишняго употребления с всекрайнею строгостию хранить»* [ЦХАФАК. Рапорт. Ф. 11. Оп. 1. Д. 290. Л. 3–4].

Указами Кабинета Ее Императорского Величества от 16 апреля 1754 г. и от 21 августа 1759 г. предлагалось: *«...на вырубленные места всемерно стараться о лесной поросли о всем бережении лесов около заводов и рудников»* [ЦХАФАК. Рапорт. Ф. 11. Оп. 1. Д. 290. Л. 3–4]. В те далекие времена уже заботились о восстановлении лесов.

В Указе императрицы Елизаветы Петровны от 4 октября 1759 г. предписывалось поставить леса на учет: *«...учинить опись, пообмерять (леса) положе на карту»* [ЦХАФАК. Рапорт. Ф. 11. Оп. 1. Д. 290. Л. 13]. Леса близ заводов обмерялись, описывались, составлялись их карты. Затем они разбивались на дачи и лесосеки. После вырубки лесов повторная вырубка на этом месте производилась через 30–40 лет.

Стремясь сохранить лес около Барнаула, администрация горного округа назначала рубить более отдаленные леса в Бобровской и Кислянской дачах на другом (правом) берегу Оби, хотя это вызывало дополнительные транспортные затраты.

Но и здесь были неверные решения. Так, начальник Колывано-Воскресенских заводов И. И. Эллерс в 1809 г. распорядился использовать для

Барнаульского сереброплавильного завода лес прилегающего к городу соснового ленточного бора (юго-западнее Барнаула). В результате оголились бывшие ранее живописными окрестности, усилилась ветровая дефляция, и пески надпойменных террас Барнаулки стали развеиваться и надвигаться на городские территории. Английский художник Т. Аткинсон, посетивший Барнаул в 1847 г., писал: «...почва из чистого песка, который летом от ветра безобразит город».

По мере развития города на участках, относимых к расширению селитебной застройки, постепенно вырубались леса. К середине XIX века в левобережье Барнаулки леса были сведены от Барнаулки до ул. Берской (ныне Пролетарской) и от Оби до пер. Зайчанского (планы города 1837 и 1856 гг.). В нагорной части Барнаула лес был вырублен от Набережной улицы (ныне Тачалова) до Вагановской и от подножья горы до места, где Большая Змеевская улица (ныне Аванесова) переходит в Змеиногорский почтовый тракт.

К концу XIX века в левобережье Барнаулки лес был вырублен уже до 5-й Алтайской (ныне Папанинцев) улицы (план 1897 г.). Но на месте, где сейчас расположен АлтГТУ, находилась не вырубленная городская роща (Марьяна роща).

В начале XX в. (план 1923 г.) лес севернее этой улицы был сведен.

Таким образом, в левобережье Барнаулки сосновый бор вырублен до нижнего течения р. Пивоварки. Указанные рубки леса являлись необходимыми при росте города в северном направлении. Отрадно, что наши предки старались по возможности сохранить сосновый бор, и сейчас город с юга и юго-запада граничит с лесом.

В наше время уникальный сосновый бор Барнаульской древней долины стока отнесен к водоохранным лесам первой группы. Рубки в нем запрещены (кроме санитарных), запрещено и строительство в бору. Тем не менее в 90-х годах прошлого столетия в нагорной части Барнаула производились вырубка деревьев и строительство коттеджей в сосновом бору, что недопустимо.

При расширении Барнаула сводились и другие рощи. В частности, при возведении здания Алтайского политехнического института (ныне технический университет) была уничтожена небольшая Марьяна роща. Но положение было исправлено тем, что у здания института был разбит прекрасный сквер.

Есть примеры и бережного отношения к существующей растительности. При строительстве зданий вдоль улицы Юрина была сохранена полоса сосновых лесонасаждений. При сооружении зданий западнее ул. Попова была сохранена и окультурена Мизюлинская роща.

**Природные кустарники и травы** были почти полностью уничтожены в застроенной территории города, в том числе и редкие растения. Они остались только на незастроенной территории, а также в парках, по склонам долин рек и оврагов, на пойме, где растительный покров нарушен незначительно. При этом в связи с антропогенным воздействием (уплотнение, загрязнение, засоление почв, загрязнение воздушной среды) среди видов сосудистых растений возросло число сорных видов [2, 15, 16, 25, 59, 68]. Так, из общего числа 911 видов растений сорные представлены 341 видом (37,4 %). Из них преобладают

марь белая, щирца запрокинутая, полынь обыкновенная, кострец безостый, пырей ползучий, спорыш птичий, клоповник мусорный. Повысилось количество галофитов (132 вида), произрастающих на засоленных почвах.

Но при развитии города происходили и существенные положительные изменения в растительности Барнаула.

Еще в начале XIX в. был создан парк по ул. Петро-Павловской (ныне ул. Ползунова), сейчас являющийся парком Центрального района. В 20-х годах того же века был заложен бульвар по Московскому тракту (ныне пр. Ленина). Затем в XX в. было создано еще 11 новых парков, 37 скверов и семь бульваров на площади 251 га. Кроме того, высажены деревья и кустарники практически во всех дворах и по многим улицам. Созданы многочисленные газоны и разбиты цветники на бульварах, площадях и других местах. Все эти культурные насаждения значительно увеличили зеленый фонд города, улучшили его эстетический вид и экологическое состояние воздушной среды, создали условия для отдыха населению города. Коллективные сады на окраинах города, питомники, насаждения в санитарно-защитных зонах также способствовали улучшению растительного мира Барнаула.

Зеленые насаждения изменили преобладание видового состава деревьев. Если до существования Барнаула в ленточном бору преобладали сосны, в меньшей степени березы, а в колках березы и осины, то в современных насаждениях общего пользования преобладают тополи, клены и березы, в меньшей степени сосны, рябины, ели, пихты, яблони, липы и другие. Всего насчитывается 50 видов деревьев. В их числе выходцы из других ландшафтно-климатических зон: клены американский, татарский и приречный, вязы гладкий и мелколистный, ясень, дуб, липа, барбарис [16, 25].

Защитные функции зеленых насаждений в городе трудно переоценить. Это и рекреационные зоны для отдыха горожан и их детей, это и источник кислорода, это и защита жилых и общественных зданий от шума, запыленности и загазованности воздушного бассейна. Так, даже узкая полоса зеленых насаждений шириной 10 м с двумя-тремя рядами деревьев и кустарников снижает концентрацию вредных веществ в атмосфере на 30–40 %, уменьшает шум на 6–8 дБА. Но в новых микрорайонах для магистральных улиц необходимо проектировать заложение полос зеленых насаждений с 5-6-ю рядами хвойных и лиственных деревьев, одним рядом высоких кустарников и одним рядом низких. Такие классические полосы зеленых насаждений существенно уменьшат запыленность, загазованность и шумовое воздействие (до допустимых значений).

При постоянных попытках построить здания и сооружения в сосновом бору, на территории парков и скверов одной из важнейших задач общества, администрации города является недопущение этого, сохранение и дальнейшее развитие зеленого фонда Барнаула.

## **Фауна**

Заложение и развитие Барнаула обусловили уничтожение или сокращение мест обитания и жизнедеятельности фауны в пределах городской черты,

нарушили условия размножения и гнездования, нарушили или уничтожили пути миграции животных [2, 25, 59, 68]. Близкое соседство человека, уничтожающего животных, заставило их мигрировать в малонаселенные местности. Этому же способствовало и шумовое возмущение, обязанное своим возникновением техногенной нагрузке.

Под влиянием антропогенной и техногенной нагрузок животный мир города претерпел коренные невосстанавливаемые изменения. Исчезли крупные млекопитающие. Остались лишь мелкие грызуны: мышь домашняя, серая крыса (распространены в городе и его окрестностях), полевая и лесная мыши, полевки красная, серая, красно-серая, водяная, полевка-экономка (широко отмечаются в незастроенной части, но встречаются и в жилых постройках).

В незастроенной части города (в долинах Оби и Барнаулки, в сосновом бору) можно встретить зайца-русака и зайца-беляка, в сосновом бору – белку обыкновенную, бурундука азиатского, ежа обыкновенного, крота сибирского, бурозубку. В жилой зоне и в окрестностях города отмечаются летучие мыши: ушан, водяная и прудовая ночницы и другие [25, 59, 68].

На степных участках в пределах границ города встречаются суслик краснощекий, мышь-малютка, пеструшка степная, но их поселения ограничены.

Многие животные, встречающиеся в природной среде, отмечаются в черте города, в бору лишь изредка, как заходящие виды: лиса обыкновенная, косули и др. Другие животные, отмечаемые в природной среде, здесь вообще отсутствуют: волк, медведь, соболь и др.

Характерной чертой городской фауны является большое количество домашних животных, преимущественно собак и кошек. Часть из них брошены хозяевами, и они стали бродячими, представляя определенную опасность для горожан, в том числе эпидемиологическую.

Из большого числа видов птиц, характерных для природной фауны, в Барнауле осталось лишь порядка 200 видов. Это преимущественно те птицы, которые селятся рядом с человеком: домовая и полевая воробьи, голубь сизокрылый, городская и деревенская ласточки, обыкновенный скворец, серая ворона, сорока, черный коршун и некоторые другие [25, 59, 68]. Более разнообразен видовой состав птиц в незастроенной части Барнаула, особенно в сосновом бору, в долинах Оби и Барнаулки: утки (кряквы, чирок-свистун, поганки, лысуха), ремез, пестрый дятел, обыкновенный поползень, ястребы и др.

В застроенной части города нет пресмыкающихся, но в пригородной зоне можно встретить ужа обыкновенного, узорчатого полоза и обыкновенную гадюку.

Видовой состав рыб в водоемах и водотоках города примерно такой же, что и за его пределами: щука, плотва, лещ, серебряный карась, язь, окунь, ерш и др. Однако их количественный состав стал значительно меньше в результате большой антропогенной нагрузки: интенсивной ловли рыбы, уничтожения нерестилищ, сокращения мест размножения и нагула. Негативное влияние оказывают также большой шумовой эффект от движущегося водного транспорта, замутнение воды от работ на берегу и акватории и др. В частности,

реже стали ловиться судак, сазан, налим. Очень редко встречаются ценные рыбы: стерлядь, сибирский осетр, нельма, таймень.

В целом нагрузка на животный мир оказалась настолько масштабной, что никакие меры по улучшению экологических условий жизнеобитания животного мира не обусловят его восстановления даже в пригородной незастроенной зоне.

### **Радиационная обстановка**

Радиационное состояние территории определяется в основном существующим фоном природного гамма-излучения на местности, выходом из почвы радиоактивных газов (главным образом радона), а также гамма-излучением и объемной активностью радона в построенных зданиях. Антропогенное воздействие выразилось в повышении гамма-излучения в возведенных зданиях, возникшем из-за применения строительных материалов с более высокой гамма-активностью [2, 59, 65].

Сведения о радиационной обстановке на территории города приведены в главе «Радиационное состояние территории».

В целом радиационная обстановка в городе благоприятная.

### **Шумовое воздействие**

Природный шум в пределах черты города сохранился только в ленточном бору и на незастроенных степных участках.

Уровень шума в городе высок, он превышает предельно допустимый уровень на большой территории [2, 28, 59, 60].

В основном шум обусловлен движущимся автотранспортом (60–80 % всех городских шумов). Вблизи основных городских магистралей (проспекты Красноармейский, Космонавтов, Ленина, Строителей, тракты Павловский и Змеиногорский, улицы Калинина, Петрова, Северо-Западная, Попова, Юрина, Малахова, Воровского и некоторые другие) эквивалентный уровень звука днем составляет 78–82 дБА. На прилегающих к ним придорожных полосах шириной до 70–100 м шум достигает 50–77 дБА. На улицах с менее напряженным движением эквивалентный уровень звука равен порядка 60–75 дБА. На окраинах города, где движение транспорта малонапряженное, уровень шума составляет 50–55 дБА. Как известно, предельно допустимый уровень шума (ПДУ) равен 55 дБА для дневного времени и 45 дБА для ночного.

Шумовое воздействие других видов транспорта (железнодорожного, трамвайного, троллейбусного) ощущается вблизи линий их движения, и оно не столь значительно, как от автотранспорта, ввиду ограниченности подвижного состава. Но на поворотах линий трамваи издают скрип до 60–65 дБА.

Шумовое воздействие промышленных предприятий, как правило, ограничивается их территориями. Но в ряде случаев при отсутствии санитарно-защитных зон предприятий жители прилегающих улиц страдают от шума, создаваемого этими предприятиями, особенно в ночное время.

Повышенный уровень шума не только создает акустический дискомфорт, но и оказывает сильное негативное влияние на нервную систему, способствует развитию воспалительных процессов среднего уха (отит).

Эффективным средством снижения зашумленности являются зеленые насаждения. Но ввиду узости улиц на большей их части зеленые насаждения между проезжей частью дорог и жилыми домами отсутствуют или недостаточно массивны и выполняют лишь эстетическую функцию.

### **Воздействие деятельности человека на опасные природные процессы (ОПП)**

Антропогенное воздействие имеет как негативный характер, активизируя развитие ОПП, так и позитивный, предупреждая, уменьшая или прекращая развитие отдельных ОПП на тех или иных участках. 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 была застроена заводами оползнеопасная прибровочная полоса Приобского плато длиной 12 км на северо-восточной окраине Барнаула. 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, то есть 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, АО «Химволокно» образовало насыпные грунты на склоне мощностью 15–30 м.

Неправильная планировка прибровочной 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 два 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-этажный гараж, при этом погибли шесть человек.

Это примеры отрицательного воздействия человека на оползнеобразование.

Положительное воздействие выражается в проведении противооползневых работ, выполненных на восьми участках (выше нового автомобильного Обского моста, речного вокзала, ДОЗа и др.) общей протяженностью 2,3 км, где возможность схода оползней существенно уменьшилась. Значительные работы по террасированию склона выполнены выше нового автомобильного моста на участке протяженностью порядка 600 м.

**Русловые процессы, речная эрозия, наводнения.** Строительство железнодорожных мостов и нового автомобильного моста на Оби зафиксировало положение русла у их створов. На участке между этими мостами длиной в 5,5 км хотя и идет переформирование русла (размыв поймы правого берега), но в ограниченных масштабах. В целом на этом участке исключается меандрирование и существенное перемещение русла, что является положительным фактором.

В то же время уменьшение живого сечения русла Оби (в частности, при сооружении нового Обского автомобильного моста была перекрыта правая протока), воспрепятствование прохода вод по пойме при наводнениях из-за возведения глухих насыпей дамб (правобережных подходов к мостам) через всю правую пойму – всё это обусловило повышение скорости течения вод реки, дополнительный подъем уровня выше мостов и подмостовой размыв дна русла. Это негативные факторы. Так, по расчетам, дополнительный подъем уровня вод выше нового моста при половодье 1-процентной обеспеченности равен 62 см, что сказывается на высоте затопления пос. Затон. Повышение скорости течения вод увеличивает интенсивность размыва берегов, особенно левого коренного склона долины выше этого моста.

К положительным моментам следует отнести берегоукрепительные работы, выполненные на участках речного вокзала, железнодорожных и нового автомобильного мостов, у опоры ЛЭП 220 кв. «Новоалтайск – Власиха», по р. Барнаулке от пр. Красноармейского до устья, а также берегоукрепительные работы выше нового Обского моста.

**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, высокими насыпями пересыпан овраг Лог Пивоварка по улицам Попова и Малахова, а низкой – по ул. Северо-Западной. 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 насыпаны вершины ряда оврагов на Обском склоне у ТЭЦ-2, АО «Химволокно», завода технического углерода, санатория «Барнаульского», нефтебазы и др. Мехзаводом насыпана вершина интенсивно развивающегося оврага Сухой Лог, что прекратило рост оврага.

Всё это позитивные моменты. Но следует отметить, что многие предприятия в Северной промзоне (АО «Химволокно», завод технического углерода и др.) насыпают 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 своим происхождением антропогенной деятельности. К ним относятся, к примеру, овраги у северного въезда в санаторий «Барнаульский» (на склоне Оби, выше устья Барнаулки). Стационарные наблюдения оползневой станции в течение многих лет показали, что рост этих оврагов происходит не только за счет природных факторов (сток талых, ливневых и родниковых вод). Этот процесс развивается, главным образом, за счет аварийных утечек канализационных вод из маломощных водоприемных камер и колодцев станции перекачки сточных вод «Барнаульского водоканала», которые не справляются с дополнительными притоками воды в весенний период. По этой причине возникло шесть 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 насыпкой вершин оврага рост его приостановился.

Пути борьбы с оврагообразованием представляются в виде двух направлений:

– полная их насыпка;

– уположивание и террасирование бортов оврагов, насыпка отвершков, насыпка 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 насыпка. Для основного оврага Лога Пивоварки – благоустройство (местами уположивание) 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 предпочтительнее насыпка и укрепление их вершин для предотвращения дальнейшего роста оврагов.

**Суффозия.** Процессы суффозии на Обском склоне активизируются многочисленными и обильными утечками из водонесущих и водопотребляющих систем предприятий Северной промзоны, 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, под которым на Обском склоне образовалась суффозионная полость объемом 80 м<sup>3</sup>. 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 (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 своим проявлением 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 другие случаи, как следствие неудовлетворительной деятельности человека).

Исключение составляет подтопление территорий на 1-й 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 (УГВ).

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 действенные меры по устранению причин повышения УГВ и подтопления новых площадей, эти процессы будут интенсивно развиваться. УГВ будет повышаться как на застроенных территориях, так и на территориях новых осваиваемых микрорайонов.

При повышении УГВ возникнет угроза подтопления фундаментов и подвалов грунтовыми водами в селитебных зонах.

Прогнозируя дальнейшее изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий территорий промзон 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. 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.** Она характерна для грунтов Приобского плато, лёссовые суглинки и супеси которого не пучинистые 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 СНиП 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 лёссовидных грунтах, где балльность сейсмического воздействия может увеличиться на единицу.

Значительное антропогенное воздействие на природную среду можно рассмотреть на примере воздействия крупнейшего объекта Алтайского края конца XX столетия – нового автомобильного мостового перехода через р. Обь у города Барнаула [2, 7, 26, 52, 69].

В 1993–1999 гг. Институтом горного природопользования и Алтайским отделением Российской академии естественных наук был проведен мониторинг изменения окружающей среды при сооружении этого объекта.

Несмотря на то, что объект находится на окраине города, он оказал существенное влияние на состояние окружающей среды Барнаула как в положительную, так и в отрицательную сторону. Пространственный охват воздействия значителен – 95 км<sup>2</sup>.

Объектами воздействия стали все компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды, почвы, грунты, рельеф, земельные ресурсы.

Основные виды воздействия следующие.

1. Изменение степени загрязнения воздушного бассейна города и зашумленности.

Ввод в эксплуатацию нового мостового перехода существенно улучшил обстановку, касающуюся загрязнения атмосферы Барнаула. До пуска моста воздух в городе характеризовался от «загрязненного» (более двух ПДК в суммарном выражении) до «сильнозагрязненного» (более пяти ПДК), а на

площадках промышленных зон – «наиболее загрязненный» (более десяти ПДК) [52, 57, 59, 69]. Причем в районе старого моста через Обь и на подходах к нему суммарное загрязнение воздуха колебалось от 5 до 10 ПДК. Существенную роль в загрязнении атмосферы играет автотранспорт (45–55 %).

После пуска нового автомобильного моста значительный поток транзитных автомобилей (те, что идут из Новосибирска на юг в сторону Рубцовска и на запад в сторону Камня-на-Оби и в обратном направлении), порядка 5–8 тысяч в сутки, минует центр города, проезжая по новому мосту, направляясь на Змеиногорский и Павловский тракты. Это в значительной мере улучшило состояние воздушного бассейна Барнаула, а также снизило и уровень зашумленности. В целом проблема загазованности атмосферы и зашумленности территории города не решена, но условия проживания населения существенно улучшились.

2. Изменение гидрологического режима и русловых процессов рек Оби, Барнаулки, Лосихи и Талой.

Существенно уменьшилось живое сечение водного потока Оби перекрытием ее правой протоки, возведением опор моста в левой протоке и сооружением глухой насыпи в правобережье, что ликвидировало сток воды по пойме в половодья. Это обусловило повышение уровня высоких вод в высокие половодья обеспеченностью 1–17 % вероятности превышения, а также усилились скорость течения вод и русловые процессы, в том числе формирование ямы подмостового размыва.

Согласно проектным расчетам максимальная величина подпора от мостового перехода в паводок 1 % обеспеченности составляет 62 см, следовательно, на эту величину дополнительно поднимется уровень затопления пос. Затон. Определенная в высокое половодье 1993 г. (обеспеченностью в 13 %) величина подпора в пос. Затон оказалась равной 18 см, то есть меньше ожидаемой по проекту.

Важно, насколько нарушатся (на какой срок) условия затопления в паводок, близкий к 1 % обеспеченности? Уровень половодья 1 % вероятности превышения (ВП) возможен с учетом подпора при уровнях воды Оби на водомерном посту «Барнаул» выше 700 см над нулем графика. За более чем вековой период наблюдений уровни выше 700 см стояли лишь 14 дней. Согласно расчетам продолжительность стояния высоких паводковых вод из-за сооружения мостового перехода не изменится. Таким образом, превышение характеристик паводка 1 % ВП за счет подпора от мостового перехода будет относительно кратковременным и будет компенсироваться возможностью проезда по новому мосту и эвакуации из пос. Затон в г. Барнаул в паводок любой обеспеченности.

Мониторинг развития ямы подмостового размыва показал, что процесс ее формирования активно начался со второй половины 1990 г., когда низшие отметки русла понизились до 121,0–119,7 м. В проекте мостового перехода предусматривалась возможность общего размыва до отметки 111,5 м, а суммарного до 104,0 м. При этом глубина размыва составит 20,6 м. Низ свайных опор находится на отметке 90,0 м, что на 14 м ниже максимального

расчетного размыва дна у опор моста. Таким образом, по проекту устойчивость опор моста от размыва обеспечена.

Динамика фактического процесса размыва подмостового русла Оби показывает, что фактически минимальная отметка русла была равной 117,8 м (10.10.1991 г.), то есть величина размыва к этому времени составила лишь порядка 6 м, что значительно меньше проектной отметки размыва. Затем процесс размыва ямы приостановился, отметки ямы стабилизировались: 03.06.1993 г. минимальная отметка русла была равной 117,6 м, 28.09.1993 г. – 117,7 м. В последующие годы низшие отметки ямы стали постепенно повышаться, составив в 1999 г. 118,6 м. Размыв дна русла в поперечном направлении происходил неравномерно, наибольшие величины его отмечены у опор № 2–4.

С целью уточнения оценки антропогенного воздействия на природные условия города, прогнозирования динамики этого процесса необходимо обобщить имеющиеся материалы и назначить проведение мониторинга деятельности человека на природную среду на территории г. Барнаула.

В 1990 г. вышел капитальный труд «Комплексная схема охраны окружающей среды г. Барнаула на период до 2010 г.» [60], составленный институтом «Ленгипрогор» при участии института ИВЭП СО РАН, треста «АлтайГИСИз» и некоторых других организаций.

В нем собраны, систематизированы и обобщены материалы по состоянию окружающей среды города, выполнены комплексная оценка территории, градозэкологическое зонирование, проведен многофакторный анализ условий проживания населения, разработаны концепция санитарной охраны окружающей среды и комплексные средозащитные мероприятия, рассчитаны объемы средозащитных затрат и дан прогноз возможных изменений качества окружающей среды на перспективу до 2010 г.

К сожалению, сведения о выполнении намеченных мероприятий по охране окружающей среды не известны. Необходимо рассмотреть эти вопросы и наметить дальнейшие средозащитные меры.

**Подводя итоги, следует отметить, что окружающая среда Барнаула загрязнена выше допустимых норм.** Это относится к воздушному бассейну, поверхностным, грунтовым водам и почвам. Превышает допустимые уровни и шумовое воздействие. Существенно изменены ландшафты, растительный и животный мир.

Наиболее экологически неблагополучными территориями города являются Северная и Власихинская промышленные зоны, прилегающие к ним селитебные районы (Поток, пос. Новосиликатный и др.) и район левобережья Барнаулки, где находится ряд предприятий Южной (Центральной) промышленной зоны.

Более благоприятными в экологическом отношении являются нагорная часть Барнаула и поселки Южный и Затон.

Ввиду значительной загрязненности окружающей среды города качество жизни в Барнауле во многом не соответствует нормам. Это сказывается на

состоянии здоровья населения (особенно детей), способствуя повышению уровня его заболеваемости.

## **16. СТЕПЕНЬ БЛАГОПРИЯТНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В БАРНАУЛЕ**

Для устойчивости зданий и сооружений, особенно построенных в условиях развития опасных природных процессов, большое значение имеет надежность оснований фундаментов.

Территория Барнаула неоднородна в этом отношении: имеются площади, благоприятные для строительства, условно благоприятные и неблагоприятные [2, 38, 50].

**К благоприятным для строительства относятся территории**, сложенные слабосжимаемыми, непросадочными грунтами, с глубоким залеганием грунтовых вод. Это 2-я и 3-я надпойменные террасы Барнаулки в центральной части города. В левобережье Барнаулки они охватывают площади вдоль реки от улиц Никитина – Короленко до ул. Молодежной. В правобережье Барнаулки в основном развита 3-я надпойменная терраса, протягивающаяся широкой полосой вдоль реки, отвечая преимущественно площади распространения Барнаульского соснового бора.

Эти надпойменные террасы сложены аллювиальными песками мелкими, характеризующимися высокими значениями модуля деформации и угла внутреннего трения. Уровень грунтовых вод на 2-й и 3-й террасах находится глубоко (5–15 м). Но на отдельных площадках отмечается «верховодка», формирующаяся на линзах и прослоях суглинков и супесей среди песков.

Рекомендуемые фундаменты – ленточные и столбчатые. Для ответственных сооружений и многоэтажных зданий (9 и более этажей) возможно применение свайного фундамента или фундамента-плиты.

К сожалению, свободных для застройки территорий на 2-й и 3-й надпойменных террасах практически нет: они или застроены, или заняты сосновым лесом первой группы, сводить который запрещается. Но на этих террасах большие площади заняты ветхой одноэтажной частной застройкой. По мере ее сноса возможна застройка этих площадей многоэтажными жилыми зданиями. Другой резерв – вывод из центральной части города неблагоприятных в экологическом отношении промышленных предприятий: канифольного завода, мебельной фабрики и др.

**Территории, условно благоприятные для застройки**, – это площади, фундирование на которых осложнено опасными природными процессами, и требуется выполнение специальных мероприятий по предотвращению негативных последствий. К таким территориям относятся Приобское плато и 1-я надпойменная терраса Барнаулки.

В левобережье Барнаулки 1-я надпойменная терраса располагается полосой вдоль реки от ул. Мало-Тобольской до улиц Никитина – Короленко. В правобережье Барнаулки эта терраса развита фрагментарно. Терраса сложена аллювиальными песками мелкими, являющимися надежным основанием для фундаментов. Отрицательным и немаловажным обстоятельством является близкое залегание грунтовых вод (1-2 м от дневной поверхности). В связи с этим фундаменты, подвалы зданий и подземные инженерные коммуникации подтоплены или значительно увлажнены капиллярным поднятием вод.

Рекомендуемые фундаменты – ленточные или столбчатые для малонагруженных зданий и сооружений. Свайные фундаменты должны назначаться для ответственных многоэтажных зданий с большими нагрузками (9–25-этажные), а также на участках, сложенных с поверхности насыпными грунтами значительной мощности.

Обязательна усиленная гидроизоляция фундаментов и стен подвалов.

Приобское плато, инженерно-геологические условия строительства на котором также можно отнести к условно благоприятным, занимает большую часть территории города. В левобережье Барнаулки оно расположено северо-западнее улиц Молодежной и Власихинской, а в правобережье занимает территорию юго-восточнее Барнаульского соснового бора.

Приобское плато сложено покровными лёссовыми пылевато-глинистыми грунтами (суглинки, супеси) мощностью 8-13 м, подстилаемыми лёссовидными осадками красnodубровской свиты (суглинки, супеси, пески).

Покровные отложения являются просадочными. Тип грунтовых условий по просадочности первый, местами второй. В природном состоянии грунты являются маловлажными, обладают твердой или полутвердой консистенцией, относительно высокими значениями деформационных и прочностных характеристик. Но при замачивании этих грунтов модуль деформации, угол внутреннего трения и удельное сцепление их резко снижаются, и они под действием дополнительной нагрузки от зданий и сооружений, а местами и под собственным весом (при втором типе грунтовых условий по просадочности) испытывают просадку.

При неравномерном замачивании грунтов здания могут получить деформации (трещины в фундаментах, стенах и перекрытиях), вплоть до полного разрушения. Пример – цех электрофильтров на ТЭЦ-3. Эксплуатация деформируемых зданий затруднена или вовсе невозможна из-за вероятного обрушения конструкций.

Для строительства на просадочных грунтах необходимо или применение свайных фундаментов, или специальная подготовка основания [24]. Свайные фундаменты должны быть с прорезкой сваями просадочной толщи и заглублением в непросадочные грунты на 1–2 м. Длина свай – 9–12 м. Но здесь возникает новая проблема. Если ранее на Приобском плато грунтовые воды залегали глубоко (20–50 м), то в последние десятилетия в ряде микрорайонов (1080, 1081, 1051) наблюдается значительный их подъем, и они вскрываются на глубинах 10–18 м. В таких случаях сваи (особенно длинные 16-метровые сваи) будут опираться на высоковлажные грунты с показателем текучести более

0,6. Несущая способность свай в замоченных грунтах резко снижается, они дают довольно значительную осадку.

При строительстве на просадочных грунтах забивные сваи стали применяться, начиная с 60-х годов прошлого столетия. По данным натурных испытаний свай в просадочных грунтах, при локальном замачивании предельное сопротивление их составляет от 30–40 тонн (300–400 кН) до 80–100 тонн (800–1000 кН) и более, в зависимости от параметров свай (испытывались сваи сечением 0,30 x 0,30 м и 0,35 x 0,35 м, длиной 7–14 м).

С 90-х годов XX века стали использовать и буронабивные сваи. В частности, для ответственных, нагруженных объектов (ТЭЦ-3, завод ГРО) применялись буронабивные сваи диаметром 600 мм, длиной 20 м и буроинъекционные сваи диаметром 400 мм, длиной до 40 м. В настоящее время буронабивные сваи применяются при строительстве жилых 10–14-этажных зданий. Длина свай 12 и 14 м, диаметр 400 и 600 мм с уширенной пятой 1200 мм. Предельное сопротивление таких свай от 60 до 180 т (600–1800 кН).

Фундирование на просадочных грунтах возможно и на специально подготовленном основании посредством уплотнения грунтов или в вытрамбованных котлованах. При этом для устранения просадочных свойств грунты должны уплотняться до скелета грунта не менее 1600 кг/м<sup>3</sup>. Практика уплотнения грунтов легкими трамбовками (1–3 т) показала ненадежность этого метода, так как просадочные свойства грунтов устраняются на небольшую глубину (1–2,5 м), кроме того неравномерность уплотнения грунтов вызывала неравномерную просадку и, как следствие, деформацию зданий.

Уплотнение грунтов средними трамбовками (3–5 т) возможно для строительства малоответственных сооружений и зданий до пяти этажей. При уплотнении грунтов этими трамбовками они утрачивают просадочные свойства до глубины 3–6 м. Ниже уплотненной толщи нагрузка на грунт обычно меньше начального просадочного давления. Для сооружений с большими нагрузками и высокоэтажных зданий (12 этажей и более) грунты должны уплотняться тяжелыми трамбовками (7–10 т). При этом, как правило, грунты утрачивают просадочные свойства на полную глубину просадочной толщи.

**К неблагоприятным для строительства территориям** относятся поймы Оби и Барнаулки, склоны долин этих рек, прилегающие к ним приречные полосы Приобского плато, а также овраги.

Поймы сложены современными аллювиальными грунтами: песками мелкими с прослоями суглинков и супесей. Территории пойм затапливаются, поэтому строительство на них возможно лишь при условии намыва грунтов на 1 м выше уровня высоких вод 1 % вероятности превышения, который для водомерного поста равен 763 см над нулем графика, или 135,52 м абс.

Таким образом, рассматриваемая на дальнюю перспективу застройка правобережной поймы Оби между старым, совмещенным автомобильно-железнодорожным мостом и новым автомобильным мостом будет возможна при условии вложения больших средств на намыв грунтов (песков) до отметки 136,5 м. Мощность слоя намывных грунтов при отметках поймы 132,5–134,5 м составит 2–4 м. Несмотря на дорогостоящую подготовку территории тем

не менее останется проблема почти ежегодного подтопления подземных инженерных коммуникаций, фундаментов и подвалов зданий. В экстремальные гидрологические годы глубина уровня подземных вод будет всего лишь порядка 1 м. То есть подготовленные для строительства площади будут подтоплены. Необходимо будет выполнять гидроизоляцию фундаментов и подвалов.

В настоящее время пойма р. Оби в северной части города используется для прокладки труб гидрозолоудаления и намыва золошлаковых отходов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3.

В долине р. Барнаулки в условиях дефицита территорий поймы постепенно засыпается грунтами и используется для строительства зданий и сооружений различного назначения.

Строительство на склонах Оби и Барнаулки осложнено их большой крутизной (25–50°, местами до 80–90°) и развитием склоновых процессов: оползнеобразования, плоскостного смыва, суффозии и оврагообразования.

Ввиду значительного развития оползневых процессов решением администрации Барнаула склоны и прилегающие территории поймы и плато выделены в опасную оползневую зону, где строительство запрещено.

В настоящее время в Северной промзоне по оползневым склонам проложены коммуникации различного назначения (трубопроводы технической воды и жидких промышленных отходов, подъездные автодороги, металлические пешеходные лестницы и др.). Были построены отдельные вспомогательные производственные здания и сооружения. На склонах скапливаются отходы производства и строительства.

В случае острой необходимости строительства на оползневом склоне (электросети, водоводы и др.) необходимо выполнять противооползневые мероприятия, а при невозможности их осуществления – примириться с затратами на ремонт этих сооружений при возможном сходе оползней.

Строительство в оврагах и на их склонах (Лог Пивоварка, Сухой Лог, Пороховой Лог и др.) осложнено большой крутизной склонов (10–40°, иногда 70–80°), развитием донных и боковых эрозионных процессов, стоком в них талых и дождевых вод с окружающих территорий и протекания в оврагах временных водотоков.

При решении вопроса организации стока поверхностных вод и выполнения противоэрозионных мероприятий – в частности, берегоукрепления (уполаживание или террасирование склонов, укрепление их железобетонными плитами) – в оврагах возможно строительство малоответственных сооружений: гаражей, складских помещений и др. Однако лучшим вариантом будет засыпка оврагов и разбивка на их территории парков, скверов, культурно-развлекательных и спортивных сооружений. В настоящее время они используются в основном для строительства многоярусных кооперативных гаражей.

Итак, на территории Барнаула можно выделить площади с благоприятными условиями для строительства, условно благоприятными и неблагоприятными. Строить можно везде, за исключением опасной оползневой зоны. Но при

проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать инженерно-геологические особенности территорий. Строительство на территориях с условно благоприятными, а особенно с неблагоприятными условиями потребует выполнения дополнительных мероприятий, что обусловит повышение стоимости строительных работ.

## **17. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ИСТОРИИ БАРНАУЛА (В ХРОНОЛОГИЧЕСКОМ ПОРЯДКЕ)**

На протяжении истории Барнаула нередко происходили чрезвычайные события и явления, иногда имеющие катастрофический характер [2, 9, 20, 22, 33, 48, 49, 55, 63, 71].

1785 г., март – сильное землетрясение, каменное здание Петропавловского собора получило деформации, сила землетрясения оценивается в 6 баллов по шкале MSK-64.

1793 г., весна – большое наводнение, вызвавшее 3 мая прорыв заводской плотины на Барнаулке и разлив пруда. В результате город был затоплен до Иркутской линии (ныне ул. Пушкина). Разрушено или деформировано до 100 жилых домов и несколько административных зданий.

1808 г., 15 июля – пожар, сгорела вторая плавильная фабрика Барнаульского сереброплавильного завода.

1809 г. – по указанию начальника Колывано-Воскресенских заводов И. И. Эллера начали рубить сосновый бор северо-западнее города для получения древесного угля для Барнаульского сереброплавильного завода. В результате оголились живописные окрестности, песок стал развеиваться и надвигаться на городские территории.

1812 г. – в городе большой пожар.

1829 г. – эпидемия холеры.

1846 г., 25 ноября – землетрясение.

1864 г., 19–28 августа – сильные пожары, сгорело 53 дома.

1867 г. – неурожайный год.

1882 г., 4 марта – сильное землетрясение.

1892 г. – в городе свирепствовала холера, пришедшая из Средней Азии. Был создан санитарный кордон, за городом выстроены холерные бараки, в которых лечили больных. По данным врача А. Н. Недзвецкого, умерли 147 человек, выздоровели 47 человек, кроме того для сожжения было привезено 98 трупов. По церковным данным, с 1 августа по 1 октября от холеры умерли 462 человека, по другим сведениям – 483 человека.

1893 г., май – эпидемия холеры.

1893 г., июнь – землетрясение.

1908 г. – эпидемия холеры, заболели 103 человека, умерли 64.

1914 г., 22 февраля – сход оползня на склоне долины р. Оби, получивший название «Обвал Туриной горы». Это самый крупный оползень в истории Барнаула. Язык оползня засыпал Обь до середины. Лед на ней был взломан на протяжении 500 сажен.

1914 г. – эпидемия сибирской язвы, пало 100 голов скота.

1915 г., 23 декабря – крупный пожар, сгорели лесопильный завод, мельница, здание бывшего сереброплавильного завода.

1903–1917 гг. – в городе случилось 643 пожара.

1917 г., 2 мая – самый крупный пожар того времени в Барнауле и России. Начался утром, из-за сильного ветра быстро расширился. К часу дня в городе был настоящий ад. Пожар уничтожил лучшую часть города: дома 60 кварталов, 25 улиц. В их числе 1-я и 2-я Алтайские улицы (ныне ул. Чернышевского и Чкалова), Полковая (Партизанская), Берская (Пролетарская), Сузунская (Интернациональная), Павловская (Анатолия), Бийская (Никитина), Томская (Короленко), Гоголя, Пушкина, Петропавловская (Ползунова), Толстого, Мало-Тобольская и др. Всего сгорело свыше 1000 домов и общественных зданий. Погибли 34 человека (по данным М. И. Юдалевича – несколько сотен). Сотни людей получили тяжелые ожоги и ранения. 11 тыс. человек остались без крова и пищи.

1921 г. – эпидемия холеры и тифа, погибли сотни людей.

1925 г. – большое наводнение, уровень воды в р. Оби достиг 658 см над нулем графика, затоплены большие участки города.

1926 г., 27 апреля – по решению горсовета в весенний паводок спущен Заводской пруд, просуществовавший 182 года.

1928 г. – большое наводнение, уровень воды Оби достиг 707 см над нулем графика, затоплены большие площади в приустьевой части Барнаулки.

1929 г. – большое наводнение, уровень воды Оби достиг 676 см над нулем графика.

1936 г. – большое наводнение, уровень воды Оби достиг 693 см над нулем графика.

1937 г., май – самое сильное наводнение. Уровень воды в р. Оби достиг 763 см над нулем графика (135,52 м). Это наивысшая отметка за период гидрологических наблюдений. Затоплены улицы, прилегающие к р. Барнаулке в ее приустьевой части, и пос. Затон.

1941 г. – большое наводнение, уровень воды в р. Оби достиг 677 см над нулем графика.

1966 г. – большое наводнение, уровень воды в р. Оби достиг 652 см над нулем графика.

1969 г. – сильное наводнение, уровень воды в р. Оби достиг 737 см над нулем графика (135,26 м). Затоплены улицы, прилегающие к Барнаулке (Приречная, Чехова, Луговые, Мало-Тобольская), а также Центральный рынок, парк Центрального района, поселки Затон и Ильича.

1973 г., 21 апреля – сход оползня на участке ул. Красноярская, 299, погибли два человека, разрушено два дома.

1973 г., 6 мая – сход оползня по ул. Красноярская, 33, 35, погибли два человека, разрушено два дома.

1973 г. – эпидемия холеры.

1975 г., 22 мая – сход оползня, разрушены автодорога и дом по ул. Красноярская, 247.

1983 г., 17 июня – сход оползня, разрушены насосная станция и водовод Барнаульского шинного комбината.

1985 г., лето – сход крупного оползня на ул. Тачалова и Кузбассовской объемом 300 тыс. м<sup>3</sup>; городская территория уменьшилась на несколько сотен м<sup>2</sup>, язык оползня завалил часть русла Оби.

1985 г., 5 ноября – полное разрушение здания цеха электрофильтров ТЭЦ-3 из-за просадки лёссовых грунтов.

1988 г. – сход антропогенного оползня по ул. Кавалерийская, 5а, в результате прорыва водопроводного коллектора произошло водонасыщение массива грунтов на правом склоне оврага и обрушение его на недостроенные 3-этажные гаражи, которые были разрушены; в результате погибли шесть человек.

1995 г., 25 июня – сход оползня на Обском склоне, у АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод», погибли девять человек, разрушены четыре дома, дача, баня.

1997 г., 7 марта – сход крупного оползня близ завода технического углерода объемом 170 тыс. м<sup>3</sup>.

1999 г., 31 мая – сход одного из самых значительных оползней на участке ул. Поселковой. Ширина его по фронту составила 190 м.

2001 г. – высокое наводнение, уровень воды Оби достиг 651 см над нулем графика.

2003 г., 27 сентября – сильное землетрясение (в Барнауле сейсмичность 6 баллов по шкале MSK-64), произошла деформации ряда домов, разрушена кирпичная труба завода технического углерода, сошел оползень по ул. Аванесова.

2010 г. – большое наводнение, уровень воды Оби достиг 643 см над нулем графика.

2014 г. – большое наводнение, уровень воды в Оби 9 июля достиг на водомерном посту 698 см над нулем графика. Затоплены большие территории, в том числе пос. Затон и Ильича.

## **18. САМЫЕ ВЫДАЮЩИЕСЯ СОБЫТИЯ, ФАКТЫ И РЕКОРДЫ БАРНАУЛА**

Самая высокая точка рельефа территории города – 251,6 м в 1 км юго-западнее АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод».

Самая низкая точка рельефа – 129,2 м на пойме в северо-западной окраине города.

Наибольшая высота Обского склона – 113 м, отметка бровки Обского плато – 244 м, подошвы склона – 131 м.

Самая низкая температура –  $-51,2^{\circ}\text{C}$  (январь 1931 г.).

Максимальная температура –  $38,3^{\circ}\text{C}$  (июль 1953 г.).

Суточный максимум осадков – 66 мм (июль 1990 г.)

Самое крупное озеро – Лебяжье, на правобережной пойме р. Оби, у восточной границы города, площадью порядка 30 га.

Самый крупный овраг – Пивоварка (именуется также как Лог Пивоварка и как долина р. Пивоварки), протяженность 11 км. Второй по величине овраг – Сухой Лог, протяженность 8,8 км.

Наибольшая ширина р. Оби в период осенне-зимней межени (с островом) – 1500 м.

Наименьшая ширина р. Оби – 320 м.

Самый большой расход воды р. Оби –  $12\,600\text{ м}^3/\text{с}$  (1969 г.).

Наивысший за весь период наблюдений уровень р. Оби у г. Барнаула был в 1937 г. и составил на водомерном посту «Барнаул» 763 см над нулем графика водомерного поста «Барнаул» (абсолютная отметка «нуля» графика 127,89 м), или 135,52 м.

Наиболее низкий максимальный уровень в паводок наблюдался в 1918 г. и равнялся 416 см над нулем графика, или 132,05 м.

Самая крупная река (кроме Оби), протекающая по территории города – р. Барнаулка (длина 207 км, максимальный расход воды  $124\text{ м}^3/\text{с}$ ), вторая по величине – р. Лосиха (длина 150 км, наибольший расход воды  $182\text{ м}^3/\text{с}$ ).

Самый крупный в Алтайском крае сосновый ленточный бор – Барнаульский, длина его 400 км.

Лучшие по качеству для питьевых целей – подземные воды. Воды р. Оби обладают значительно более низким качеством. Воды р. Барнаулки непригодны для питьевых целей.

Самый крупный оползень произошел 22 февраля 1914 г. 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. Ориентировочный объем его 700 тыс.  $\text{м}^3$ .

Другой крупный оползень объемом 300 тыс.  $\text{м}^3$  сошел летом 1985 г. на ул. Тачалова и Кузбассовской, городская территория уменьшилась на несколько сотен  $\text{м}^2$ , язык оползня завалил часть русла Оби.

Оползень, вызвавший наибольшее количество жертв, случился 25 июня 1995 г. на склоне долины р. Оби в районе АО «Алтайский мясоперерабатывающий завод». Оползень был относительно небольшой, объемом 46 тыс.  $\text{м}^3$ , но он разрушил четыре жилых дома, дачу, баню и унес жизни девяти человек.

Наибольший ущерб, связанный с просадкой грунтов, получен при полном разрушении здания цеха электрофильтров ТЭЦ-3 5 ноября 1985 г.

Наибольшее развитие процессы подтопления территорий получили в Северной промзоне города.

Самое сильное землетрясение за всю историю г. Барнаула произошло 27 сентября 2003 г. в 18 часов 34 минуты 32 секунды по местному времени,

являвшееся 6-балльным (в Барнауле) по шкале сейсмической интенсивности MSK-64. Эпицентром его было землетрясение в Республике Алтай в районе пос. Бельтир Кош-Агачского района. В эпицентре оно характеризовалось магнитудой 7,2–7,3 по шкале Рихтера и 9,6–10 баллов по шкале сейсмической интенсивности MSK-64.

Самое большое наводнение в истории Барнаула случилось 16 мая 1937 г. Уровень воды достиг 763 см над нулем графика водомерного поста. Была затоплена приустьевая территория р. Барнаулки (в том числе старый базар и Центральный парк), поселки Затон и Ильича. Под водой оказались тысячи домов.

Второе по высоте наводнение за годы гидрометеорологических наблюдений было в 1969 г. Уровень воды достиг 737 см.

Сильное наводнение было отмечено в 1793 г. 3 мая вода прорвала земляную насыпь и хлынула в Госпитальную линию (сейчас Красноармейский проспект). Барнаульский сереброплавильный завод был остановлен. Затоплены сотни домов. Около 10 домов было смыто или разрушено.

Наибольшему размыву водами р. Оби подвержен участок левобережного склона реки выше устья р. Барнаулки протяженностью 2,5–3 км.

Самой крупной суффозионной подземной полостью является пещера размером 80 м<sup>3</sup> на склоне долины р. Оби, сформировавшаяся в 1977 г. в результате утечек из водовода меланжевого комбината.

Наибольший ущерб от суффозионной деятельности – разрушение крыла 4-этажного общежития педагогического института, повлекшее за собой полное разрушение здания.

Примерно такой же ущерб от суффозии получен в 1988 г., когда произошел прорыв водопроводного коллектора диаметром 400 мм близ склона у дома № 5а по ул. Кавалерийской. Напорной струей воды был вымыт подземный трубчатый канал диаметром около 0,4 м. Грунты склона оказались водонасыщенными и сползли вниз, уничтожив почти готовый 3-этажный гараж.

Наиболее значительный плоскостной смыв произошел при сильном ливне 21 июня 1976 года, когда выпало около 60 мм осадков. В результате в основании Обского склона на участке ул. Зеленой был сформирован слой наносов мощностью до 1 м. Принесенные наносы скапливались с нагорной стороны домов, что вызвало деформации и перекосы некоторых строений.

Из имеющихся в черте Барнаула 32201 га городских земель наибольшую площадь занимают земли сельскохозяйственного назначения – 10555 га (33 %). Жилой и общественно-деловой застройкой занято только 4070 га (13 %).

Самый большой прирост населения за всю историю Барнаула наблюдался в период 1959–1979 гг. – по 10,5 тыс. человек в год.

Наибольшее количество жилья за всю историю Барнаула построено в 2015 г. – 608 тыс. м<sup>2</sup>.

Самая первая улица в Барнауле – Ряпасовская, известна с 1746 г., сейчас не существует.

Самая длинная улица – Попова, ее длина 10 км.

Самая короткая улица – Угольная, на ней расположен только один дом.

Самая первая улица с бульваром – Московский переулок, ныне проспект Ленина.

Самая широкая улица – пр. Космонавтов, его ширина 180 м.

Самый первый трамвай вышел на линию в Барнауле 8 ноября 1948 г.

Самый длинный маршрут трамвая – № 7, туда и обратно 53,5 км, время в пути 180 минут.

Самый короткий маршрут трамвая – № 4, туда и обратно 16 км, время в пути 60 минут.

Самый длинный маршрут троллейбуса – № 7, туда и обратно 32,8 км, время в пути 120 минут.

Самый первый пароход «Ермак» пришел в Барнаул в 1854 г., принадлежал он Томской купеческой компании, совершал рейс Тюмень – Томск – Барнаул.

Самое высокое сооружение города – телевышка на Змеиногорском тракте, высотой 180 м, а с антенной – 196 м.

Самое высокое жилое строение – дом в жилом комплексе «Столичный» по ул. 1905 г., 25. Его высота 74,8 м, а со шпилем – 102 м.

Самое высокое промышленное здание – элеватор, высотой 64 м плюс 3 м надстроек.

Самое многоквартирное жилое здание – дом № 208 по ул. Юрина.

Самый крупный мост в Барнауле – Новый Обской мост, длиной 941,5 м и шириной 31,81 м. Мост предусматривает пропуск шести колонн автотранспорта. Пропускная способность моста 69,4 тыс. приведенных автомобилей в сутки.

Самый крупный по площади – Центральный административный район: 145 км<sup>2</sup>.

Самый меньший район по площади – Железнодорожный район: 15,5 км<sup>2</sup>.

Наибольшее количество жителей проживает в Индустриальном районе – 184 336 человек (на 1 января 2019 г.).

Наименьшее число барнаульцев проживает в Центральном районе – 90 344 человека (на 1 января 2019 г.).

Самая мощная промышленность сосредоточена в Октябрьском районе.

Наиболее длительной на посту главы Барнаула (председателя горисполкома) была деятельность Анатолия Ивановича Мельникова – 14 лет (1972–1986 гг.). Пожалуй, это один из лучших руководителей исполнительной власти города за всю историю Барнаула. За годы его деятельности было построено 3954,6 тыс. м<sup>2</sup> жилья, при существовавшем до 1972 г. жилищном фонде в 4379,6 тыс. м<sup>2</sup>. То есть за 14 лет жилищный фонд увеличился в 1,9 раза.

Самый первый действующий вуз – Алтайская государственная педагогическая академия, основанная 1 сентября 1933 г. как Барнаульский учительский институт. В 1941 г. переименован в Барнаульский педагогический институт, 15 декабря 1993 г. – в Барнаульский государственный педагогический университет, а в 2008 г. – в Алтайскую государственную педагогическую академию.

Первый научно-исследовательский институт – Алтайский НИИ сельского хозяйства, созданный в 1950 г. и называвшийся тогда Алтайским зональным институтом земледелия и животноводства.

Самая первая действующая школа – № 13. Основана в 1892 г. как церковно-приходская при Покровском соборе. В 1902 г. для школы было построено здание, школа получила название Зайчанской. Находится на ул. Анатолия, 241.

Самый первый музей в Сибири – Алтайский краеведческий музей, основанный в 1823 г.

Самый первый кинотеатр в Барнауле – «Октябрь», открыт в 1938 г.

Самый крупный торговый центр – ТРЦ «Арена» площадью 150 тыс. м<sup>2</sup>.

Самая первая церковь – собор Петра и Павла, построенный в 1774 г. и разрушенный в 30-е годы XX века. Из существующих церквей старейшей является церковь Дмитрия Ростовского на площади Спартака, 10, построенная в 1829 г.

## 19. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДА

Понятие «развитие города» – многофакторное, но в основном это рост населения, подъем промышленного производства, расширение жилищного фонда, развитие автотранспорта и инженерных коммуникаций, повышение уровня качества жизни в Барнауле.

Нарастание экологических проблем, связанное со всё расширяющимся воздействием на окружающую среду антропогенных и техногенных факторов, привело к повышению заболеваемости населения, что требует дальнейшего развития медицины.

Важно также развитие культуры, образования и спорта.

**Число жителей города** – один из важнейших показателей в планах и экономических расчетах развития города.

**Население.** Население города на 01.01.2019 г., по данным Алтайкрайстата, составило 632,7 тыс. человек.

С 40-х по 80-е годы прошлого столетия прирост населения Барнаула ежегодно составлял 8–11 тыс. человек. В 80-е годы он замедлился, но всё же был достаточно большим: 6–8 тыс. человек в год.

В 90-х годах XX века в связи со спадом экономики и миграцией населения число жителей Барнаула впервые сократилось на 15 тысяч.

В XXI в. численность населения выросла на 48 тыс., причем основной рост наблюдался в период 2007–2016 гг.: в среднем за год 5–6 тысяч. Затем рост прекратился и в последние три года оставался субстабильным. Как указывалось выше, в 2019 г. он составил 632,7 тыс. человек.

В 2020-е годы можно ожидать дальнейшего небольшого роста населения города, ориентировочно 3–5 тыс. человек в год. К 2030 году численность жителей Барнаула может составить порядка 670 тысяч человек.

На 01.01.2020 г. число жителей округа город Барнаул составило 697 тыс. человек. Рост населения округа происходит преимущественно за счет роста

жителей города Барнаула. Поэтому можно ожидать, что за 2020-е годы численность жителей округа также возрастет (ориентировочно на 40 тыс.) и составит в 2030 г. 740 тысяч человек.

**Промышленность города** до 90-х годов XX в. представляла собой крупное производство: многие заводы имели союзное значение. В последующее смутное десятилетие из-за нарушения производственных связей и резкого сокращения рынков сбыта продукции уровень промышленности упал до 30–40 % от объемов 1990 г. Закрылись ряд крупных и средних заводов. В 2000-е годы наблюдалось постепенное восстановление промышленности, но к 2010 г. уровень 1990 г. так и не был достигнут. Мировой кризис 2008–2009 гг. усугубил положение.

В 2010-е годы отмечалось некоторое оживление в промышленности, но оно было сдержано кризисом 2014–2015 гг.

В 2020-е годы ожидается умеренное повышение промышленного производства. Основу его по-прежнему будут составлять машиностроение, нефтехимическая отрасль и энергетика. Но больший удельный вес должны приобрести производство по переработке сельхозпродукции и предприятия легкой промышленности. Необходимо построить новые маслосырзаводы, консервные заводы по переработке овощей, плодов и др. Нельзя допускать вывоза за пределы края не переработанной сельскохозяйственной продукции. Надо запретить вывоз лесоматериалов в виде бревен, усилить деревоперерабатывающую отрасль.

**Строительство** после разрухи 90-х годов XX века в 2008–2009 гг. вышло на уровень 1990 г. Несмотря на кризис, в 2009 г. было введено в эксплуатацию наибольшее количество жилой площади за весь период существования Барнаула – 389,8 м<sup>2</sup>, в 2010 г. 390,8 м<sup>2</sup>.

Но кризис всё же сказался на строительстве: в 2010-е годы упали цены на квартиры (что было на пользу горожанам), выросли проценты по кредитам, возросла стоимость земли, ухудшились условия согласований и в несколько раз увеличились их сроки. Всё это обусловило большие трудности для строительных организаций.

Тем не менее в 2010-е годы объемы строительства, особенно жилищного, значительно выросли. Так, в 2015 г. было сдано в эксплуатацию 608,6 тыс. м<sup>2</sup> жилья, в 2016 г. 483 тыс. м<sup>2</sup>, в 2017 г. 378,0 м<sup>2</sup>, в 2018 г. 520 тыс. м<sup>2</sup> жилья.

Дальнейший подъем строительной отрасли видится во внедрении передовых технологий, позволяющих резко сократить сроки строительства, в освоении новых, более рациональных и надежных методов фундирования (в условиях широкого распространения просадочных грунтов и высокого уровня грунтовых вод), внедрении новых материалов (керамзитобетоны и др.), более отвечающих суровым морозным условиям, материалов, снижающих теплопотери и шумовое воздействие улицы.

Основное строительство в 20-х годах XXI века будет продолжаться южнее Павловского тракта (в микрорайонах 2000–2011, 2018, 2023) и севернее этого тракта (в микрорайонах 2032–2034). Кроме того, будет осуществляться точечная застройка внутри существующих жилых массивов, особенно в одноэтажной (частной) и малоэтажной застройке, на месте ветхих домов, срок существования которых достигает 70–100 лет.

Массовое строительство на пойме в правобережье Оби будет осуществлено, по-видимому, не ранее 30-х годов текущего столетия, учитывая медленный рост населения города и еще имеющиеся площади для строительства на юго-западных окраинах города, а также высокую стоимость прокладки инженерных коммуникаций и намыва грунтов до незатопляемых отметок (136,5 м) на пойме. Территория поймы между мостами явится резервом жилищного строительства для отдаленной перспективы.

Большое место строительства – низкий уровень архитектурного облика зданий и сооружений. Это касается, главным образом, общественных и жилых зданий, но также низок уровень архитектурных решений и для промышленных сооружений.

В архитектурном отношении Барнаул – это, по существу, город одной улицы, проспекта Ленина (как и большинство сибирских городов). На этом проспекте имеется порядка 35–40 зданий относительно высокого архитектурного уровня. Можно еще отметить отдельные здания на Демидовской и Октябрьской площадях, на площади Советов, на Красноармейском, Комсомольском, Социалистическом проспектах, на улицах Горького, Ползунова, Анатолия, Пушкина, Никитина и некоторых других. Большая часть их построена или до революции 1917 г., или в 30–50-е годы прошлого века, то есть до начала массового строительства. Возведенные в 60–70-х годах пятиэтажки сыграли значительную роль в обеспечении жильем резко возросшего в те годы населения Барнаула, но в архитектурном отношении они представляют собой ноль. Недалеко ушли от них девятиэтажки 80–90-х годов XX века, обеспечивая безликость города. Пример безвкусицы – главное здание АлтГУ на углу пр. Ленина и ул. Молодежной, более напоминающее элеватор, чем здание вуза.



*Рис. 40. Дом под шпилем на площади Октября*

Одна из задач на будущее – повысить архитектурный уровень возводимых в городе зданий для улучшения эстетичности облика города.

Конечно, не все здания могут и должны быть архитектурно красивыми. Но всё же необходимо заботиться об эстетичности облика улиц, брать пример с наших предков, которые возвели много великолепных зданий на проспекте Ленина. Угловые здания (на перекрестках улиц) надо строить не по типовым, а по индивидуальным проектам, в кирпичном исполнении, так как кирпич является более пластичным материалом в архитектурном отношении, чем бетон. Цоколь угловых зданий на главных улицах не мешало бы облицовывать декоративным природным или искусственным камнем.

**Транспорт.** Многие транспортные проблемы в городе решены усилиями администрации Барнаула. В частности, автобусы стали ходить достаточно часто, в них исчезли давки.

Но остается важная задача – ликвидация «пробок», которые приносят значительные убытки, ухудшают воздушную среду города, портят настроение водителям и пассажирам.

Ввиду узости улиц решить эту проблему посредством расширения проезжей части дорог можно лишь частично и далеко не на всех улицах.

Решение задачи видится в сооружении тоннелей (наподобие метро), в которых бы двигались электропоезда, перевозящие пассажиров, и потоки автомобилей (изолированно от электропоездов). Основное направление тоннелей:

- от Центрального рынка вдоль пр. Ленина, Калинина, Космонавтов до ул. Попова, обеспечивая связь с заводами Северной промышленной зоны;

- от Центрального рынка до угла ул. Попова и Павловского тракта (в основные микрорайоны Индустриального района и на выход из города по Павловскому тракту);

- от Центрального рынка до старого совмещенного автомобильно-железнодорожного моста (на выход из города по этому мосту).

Серьезной проблемой будет дегазация тоннелей, но она решается в аналогичных тоннелях в России и за рубежом.

Строительство тоннелей будет осуществляться в относительно благоприятных условиях: уровень грунтовых вод на плато довольно низкий (12–30 м), грунты легко проходимые (лёссовидные суглинки и супеси, а не скальные породы).

Принято считать, что метро будет экономически выгодным для городов с населением более миллиона человек. Но сейчас другие времена: появились автомобильные «пробки», парализующие движение. Поэтому и обоснования на строительство метро должны быть иными. Затраты на сооружение тоннелей будут значительными, и они должны быть за счет федерального бюджета.

Другие решения, к примеру, строительство надземных монорельсовых дорог, менее благоприятно ввиду создаваемого ими шума и неэстетичности данных сооружений.

Необходимо решить и старую наболевшую проблему обеспечения прямой транспортной связи центра города с Дальними Черемушками посредством сооружения надземного или подземного путепровода через железнодорожные пути станции Барнаул, который свяжет Красноармейский (или Социалистический) проспект с улицей Юрина (или Исакова).

Срок эксплуатации автодорог от их строительства до капитального ремонта – девять лет. Исходя из этого, ежегодно должно ремонтироваться более 10 % общей длины улиц города, составляющей 700 км. Фактически ремонтируется значительно меньший объем – из-за недостатка финансирования. К тому же ввиду несовершенства технологии строительства асфальтобетонных дорог они разрушаются значительно раньше срока. Беда Барнаула, как и всех других городов России, – в плохих дорогах. Асфальтобетоном покрыто порядка 80 % общей длины улиц. Но в городах все улицы должны иметь асфальтобетонное покрытие.

**Опасные природные процессы (ОПП)** имеют широкое распространение в Барнауле и, согласно СНиП 22-01-95, являются опасными и весьма опасными, приносят значительный ущерб хозяйству города, усложняют и удорожают строительство и эксплуатацию зданий, сокращают территорию городской застройки, деформируют большое количество зданий (вплоть до их разрушения) и даже уносят человеческие жизни. ОПП требуют вложения больших средств для их ликвидации.

Почти все опасные природные процессы имеют тенденцию к расширению масштабов развития со временем, что связано с увеличивающимся антропогенным воздействием на природную среду. Необходимо разработать и осуществить охранные мероприятия по предотвращению ОПП. Эта проблема является очень важной и может быть решена только при условии государственной поддержки финансирования работ по федеральной программе.

Принятый Генплан Барнаула надо дополнить развернутой концепцией по устранению или уменьшению воздействия опасных природных процессов на жизнедеятельность города.

Ниже отражены предлагаемые мероприятия по видам опасных природных процессов.

### **1. Оползневые и другие склоновые процессы.**

Крутой склон Оби в левобережье характеризуется широким развитием оползневых процессов, разрушающих склон и бровку Приобского плато (со скоростью 0,2–0,5 м в год, а на отдельных участках до 3–7 м в год), уничтожающих сооружения на склоне и близ него, приводящих к гибели людей. С 1973 г. погибло 19 человек.

Первоочередной задачей является осуществление берегоукрепления и противооползневых мероприятий на Обском склоне. Террасирование склона должно быть выполнено вдоль всего берега Оби в пределах границ города на протяжении 20 км от пос. Ерестной до нового мясокомбината.

На бровке Приобского плато соорудить асфальтовые пешеходные дорожки со смотровыми беседками для отдыха, с осветительными фонарями,

с сооружением декоративных фигур. Обской склон должен быть засажен деревьями и кустарником для укрепления этого склона и повышения эстетичности его вида, а также засеян семенами многолетних трав.

В подножье склона можно провести автодорогу и широкую пешеходно-смотровую аллею с древесно-кустарниковыми насаждениями.

Этот дорогостоящий комплекс работ может быть выполнен только по федеральной Программе противооползневых работ, на общегосударственные средства. Прорбить эту программу должны городские и краевые власти.

На отдельных небольших участках склона эта работа уже выполнена.

## **2. Русловые процессы. Размыв и переработка берегов.**

Река Обь у Барнаула характеризуется большими значениями стока наносов, приводящих к переформированиям русла. Высокие скорости вод Оби, изгибы русла, повышенный уклон водной поверхности, относительно легкая размываемость пород, слагающих берега (пески, супеси, суглинки), – всё это обуславливает размыв и разрушение берегов. Особенно интенсивно идет размыв участка левого берега Оби выше устья Барнаулки и от нефтебазы до железнодорожного моста.

Проблема защиты берегов Оби от размыва является актуальной. Она связана с проблемой берегоукрепления и ликвидацией оползнеобразования. Она также должна отражаться в Генплане и решаться по федеральной программе.

## **3. Подтопление территорий, когда уровень грунтовых вод находится менее 2 м от поверхности.**

В настоящее время в Барнауле подтоплены большие площади на 1-й надпойменной террасе р. Барнаулки, частично на ее 2-й и 3-й террасах, в долине Пивоварки и на Приобском плато (Северная промышленная зона, Власихинская промплощадка, пос. Южный). Общая площадь подтопленных территорий – более 2100 га.

Подтопление затрудняет фундирование и прокладку подземных коммуникаций, усложняет и удорожает строительство и эксплуатацию зданий и сооружений. Это настоящий бич для строителей и эксплуатируемых организаций.

Процессы подтопления находятся в развитии. В Генплане должны быть отражены мероприятия по предотвращению развития этих процессов или хотя бы замедления их на подтопленных участках (пос. Южный, долина Пивоварки и др.). Должна быть намечена и разработана соответствующая программа.

Проблемы создают не только подтопленные территории, но и те площади, где уровень грунтовых вод (УГВ) находится на глубинах 3–8 м.

Следует отметить, что на всей территории Барнаула происходит общий подъем УГВ со скоростью 0,2–0,4 м в год. За 17 лет действия нового Генплана УГВ поднимется на 4–8 м. В подтопленном состоянии окажется, возможно, половина территории города. Так, 20–30 лет назад на Приобском плато УГВ находился на глубинах 20–30 м. За это время он поднялся на 6–8 м и фиксируется на глубинах 12–18 м, а на отдельных участках (к примеру, ул.

Панфиловцев) на глубине 7–8 м. Причин много, но основная из них – утечки из водонесущих подземных коммуникаций.

Общий подъем УГВ обусловил их поднятие и на незастроенных территориях (проектируемых к строительству), затруднил применение назначаемых ранее свайных и плитных фундаментов. Так, ранее назначаемые сваи длиной 10–12 м, опирающиеся на грунты твердой консистенции, имели предельное сопротивление порядка 900–1000 кН. Сейчас они опираются на замоченные грунты мягкопластичной консистенции, и их предельное сопротивление – 400–700 кН, а расчетное сопротивление – 300–550 кН, что недостаточно для 16–20-этажных зданий с высокой нагрузкой на основание фундаментов. Это уже серьезная проблема для строительства на просадочных грунтах.

#### **4. Затопление территорий.**

Часть территории Барнаула, расположенная на поймах Оби и Барнаулки, подвергается наводнениям, что существенно влияет на проживание и хозяйственную деятельность на этих площадях и на их дальнейшую застройку. К ним относятся пос. Затон, пос. Ильича, застроенная территория в приустьевой части р. Барнаулки, Центральный рынок, парк Центрального района. С 1984 по 2019 гг. пойма затапливалась 93 раза.

Ущерб, наносимый наводнениями, большой: гибнет имущество в жилых домах, магазинах, общественных зданиях и складах, гибнет скот, нарушается нормальная жизнедеятельность. Ущерб ежегодно оценивается в десятки и сотни миллионов рублей. Генплан не может игнорировать это обстоятельство.

#### **5. Оврагообразование.**

Процессы оврагообразования получили широкое развитие на склонах долин Оби и Барнаулки, а также на Приобском плато.

В результате развития оврагов уменьшается городская территория, благоприятная для застройки, часть земель переходит в категорию «неудобных земель», затрудняется строительство. Овраги ослабляют склоны, обуславливая неустойчивость грунтовых масс на склонах и их сползание.

Формирование и рост оврагов идет со скоростью 0,1–1 м в год, иногда 7–12 м в год.

На Обском склоне овраги будут в значительной степени ликвидированы при осуществлении берегоукрепления и противооползневых мероприятий.

Но надо наметить и осуществить программу ликвидации овражной сети и на Приобском плато. Здесь наиболее развиты овраги Лог Пивоварка (длина 11 км, глубина вреза 12–35 м, площадь 970 га (с отвершками)), Сухой Лог (длина 8,8 км, глубина вреза 10–18 м, площадь 52 га). Эти овраги имеют многочисленные протяженные отвершки. Все эти овраги активно развиваются в настоящее время.

В условиях дефицита городской территории остро стоит вопрос об ограничении оврагов, прекращении их роста и в дальнейшем ликвидации оврагов.

## **6. Просадочность лёссовых грунтов.**

Лёссовые просадочные грунты сплошным чехлом покрывают поверхность Приобского плато, на котором расположена большая часть города.

До 1975 г. строительство проводилось без учета специфических свойств этих грунтов, хотя для них характерны макропористость и дополнительная осадка (называемая просадкой) при замачивании. Это привело к деформациям многих зданий (более 300), одно из них было полностью разрушено (здание электрофильтров ТЭЦ-3).

Наиболее радикальным при строительстве зданий является применение свайных фундаментов с полной прорезкой сваями просадочных грунтов. Реже применяется фундамент-плита, а также уплотнение грунтов трамбовками до глубины 2–3 м.

При строительстве на просадочных грунтах 20–30-этажных зданий необходимо будет применять тяжелые трамбовки (до 7–10 т), которые позволят устранить просадочные свойства грунтов на всю мощность просадочной толщи.

## **7. Землетрясения.**

Согласно СП 14.13370-2014, расчетная сейсмическая интенсивность на территории г. Барнаула составляет 6 баллов по шкале MSK-1964 для объектов массового строительства, 7 баллов для объектов повышенной ответственности и 8 баллов для особо ответственных объектов.

Оправдана ли такая балльность для Барнаула? Да. 27 сентября 2003 г. произошло сильнейшее землетрясение в Республике Алтай с эпицентром в пос. Бельтир Кош-Агачского района. В эпицентре оно характеризовалось магнитудой 7,2–7,3 по шкале Рихтера, или 9,6–10 баллов по шкале MSK-1964. В Барнауле оно проявилось силой в 6 баллов по шкале MSK-1964. По ГОСТ оно является сильным землетрясением. По данным МЧС, 19 зданий получили деформации.

Сильное землетрясение, которое также можно оценить в 6 баллов, произошло и в 1785 г., когда получил деформации Петропавловский собор.

На участках с близким залеганием грунтовых вод (менее 2 м) не исключается повышение балльности землетрясений выше на 1 балл, чем указано в СП.

Возможность проявления 6–7-балльных землетрясений нельзя не учитывать при проектировании и строительстве зданий.

Кроме указанных выше ОПП, следует отметить пучение грунтов, плоскостной смыв и некоторые другие виды ОПП, значимость которых ниже.

## **Экологические проблемы.**

В городе решены не все экологические проблемы. Особенно неблагоприятное воздействие на жителей города и их здоровье оказывают загрязненная воздушная среда, воды, используемые для питьевого водоснабжения, и шум.

*Атмосферный воздух* загрязняется выбросами промышленных предприятий и автотранспортом примерно в равных пропорциях. Применение промышленными предприятиями пылегазоулавливателей снизило объемы выбрасываемых вредных веществ, но доля загрязнения воздуха всё еще

остается высокой. Необходимо применение более совершенных улавливателей пыли и вредных газов. Благодаря сооружению нового автомобильного моста через Обь и строительству объездных дорог огромные потоки транзитных автомашин следуют сейчас через Барнаул, почти минуя застроенные кварталы, что во многом снижает загрязненность воздушного бассейна города и уменьшает шумовое воздействие.

*Питьевое водоснабжение населения* должно осуществляться за счет более чистых подземных вод (сейчас в основном используются более загрязненные воды р. Оби). Менее чистые воды Оби должны использоваться преимущественно для водоснабжения промышленных предприятий. Последние должны переходить на замкнутый цикл водопотребления в целях экономии воды и уменьшения сбрасываемых загрязненных стоков.

*Необходимо создать полигон токсичных отходов* (1-го и 2-го классов отходов). В городе его нет, а опасные отходы сейчас складировются на полигонах бытовых и промышленных отходов, что недопустимо по нормативным документам. Предположительно такой полигон можно соорудить на Приобском плато близ Обского склона, западнее Научного городка, на расстоянии не менее 3 км от населенного пункта.

*Расположение нового полигона бытовых и промышленных отходов* на месте бывшей воинской части южнее Конюхов вряд ли является удачным. При преимущественном направлении ветров с юго-запада на северо-восток рассеивание вредных веществ и запахов с полигона накроет поселки Конюхи, Бельмесево, Садоводство, Южный и многие садоводства, а при сильных ветрах и нагорную территорию Барнаула.

Более предпочтительными местами для организации этого полигона, возможно, будут овраги на Обском склоне западнее Научного городка (или между ним и Гоньбой).

*Санитарно-защитные зоны.* В Барнауле почти нет по-настоящему оформленных санитарно-защитных зон Северной промзоны, Власихинской промплощадки и отдельных крупных предприятий, таких как АЗА. В Генплане должны быть отражены проекты этих зон и их заполнение.

Необходимо предусмотреть *вынос из селитебных зон центральной части Барнаула* промышленных предприятий: старого мясокомбината, старых кондитерской и мебельных фабрик, асфальтобетонного завода и др.

Строительство новых заводов запретить в пределах селитебных зон.

**Город нуждается в корректировке границ.** Поселок Южный, а возможно, и пос. Лебяжье, тесно экономически связанные с Барнаулом, должны быть внутри черты города. Для этого граница города должна быть отодвинута на юго-запад на 6–7 км. Здесь в состав городских земель войдут и водоохранные леса первой группы долины р. Барнаулки, которые явятся дополнительной зоной отдыха для горожан.

Западные границы города предлагается отодвинуть на 2–3 км на запад для расширения базово-складской зоны Власихинской промплощадки или формирования на этой территории жилой зоны.

Городские земли в правобережье Оби, ниже (по течению) старого железнодорожного моста, представляют собой пойму, местами заболоченную, изобилующую протоками, затопляемую и весьма трудную для освоения. Их можно передать в состав земель Первомайского района, так как в ближайшие полвека там вряд ли ожидается строительство (за исключением детско-юношеской спортивной школы по гребле).

Новые границы города должны быть закреплены на местности геодезическими реперами (столбиками).

**Проблема сельских земель, находящихся в ведении администрации города.** Ведение городского хозяйства коренным образом отличается от ведения сельского хозяйства. У администрации города огромное количество задач, связанных с жизнедеятельностью города. Возложение на нее дополнительных обязанностей, связанных с ведением сельскохозяйственного производства и решением проблем сельского населения, является некорректным.

Сельскохозяйственные земли, которые войдут в пределы новых юго-западных и западных границ города, надо перевести в земли для жилищного, промышленного, базово-складского, транспортного и другого строительства.

Полагаем, что сельскохозяйственные земли и населенные пункты, оказавшиеся вне новых границ города (села Власиха, Гоньба, поселки Новомихайловское, Березовка и др.), должны быть изъяты из подчинения администрации Барнаула и переданы в состав земель Павловского, Калманского и Первомайского районов.

**Благоустройство.** Администрация города достигла больших успехов в создании парков, скверов, бульваров, цветников и просто травяных газонов, что с приятностью отмечают жители Барнаула и приезжие.

Для дальнейшего улучшения благоустройства города в Барнауле имеются большие возможности.

Для улучшения экологической обстановки предлагается *больше внимания уделить сохранению и развитию зеленых зон растительного покрова.*

Запретить дальнейшее строительство на территории Барнаульского соснового бора (водоохранный лес первой категории) и парков города. В некоторой мере сосновый бор уже застроен в нагорной части города, что вызывает сожаление. Частично застроены Изумрудный и другие парки.

Предусмотреть создание новых парков и скверов на территории перспективных для застройки микрорайонов (2001, 2008, 2009, 2010, 2011, 2018, 2023, 2032 и 2034 и др.), территории которых в настоящее время практически не имеют зеленых насаждений.

В каждом новом микрорайоне предусматривать закладку одного-двух небольших скверов (примерно 30 x 50 м), а для трех-пяти микрорайонов назначать создание новых парков.

В новых застраиваемых микрорайонах (2001–2018, 2032 и 2034) для улучшения экологического состояния среды необходимо вдоль новых улиц (особенно магистральных) по обеим их сторонам высаживать лиственные и хвойные деревья в четыре-шесть рядов и кустарник в два ряда (высокий и

низкий). Они задержат доступ к жилым домам порядка 50 % пыли и вредных газов от движущихся автомобилей и значительно снизят шум.

Одно из направлений благоустройства – окультуривание приграничной зоны лесов ленточного бора долины р. Барнаулки в южной и юго-западной частях города для летних лесных прогулок и зимних походов на лыжах.

Другое направление – благоустройство правобережной поймы между мостами на р. Оби. Эта территория является резервом жилищного строительства для отдаленной перспективы. Но если в срок до 2030 г. ее не предусматривается застраивать, то в этот период ее можно использовать в качестве рекреационной зоны, создав сплошную пляжную полосу, примыкающую к Оби, длиной 5 км и шириной 100–150 м, и сменяющей ее зоны отдыха (парковой зоны) шириной 200–400 м.

Еще одно направление – облагораживание водоемов ( стариц, озер, в том числе искусственных) в правобережье Оби, приспособивая их для купания барнаульцев; создание аквапарков на окраинах городской застройки.

**Учет степени благоприятности инженерно-геологических условий для строительства.**

В Генплане при рассмотрении перспектив дальнейшей застройки Барнаула следует учитывать степень благоприятности инженерно-геологических условий для строительства.

Для устойчивости зданий и сооружений, особенно построенных в условиях развития ОПП, большое значение имеет надежность основания фундаментов.

Территория Барнаула неоднородна в этом отношении: имеются площади, благоприятные для строительства, условно благоприятные и неблагоприятные.

К благоприятным относятся территории, сложенные слабосжимаемыми, непросадочными грунтами (пески) с глубоким залеганием грунтовых вод. К ним относятся 2-я и 3-я надпойменные террасы Барнаулки.

Территории, условно благоприятные для застройки, – это площади, фундирование на которых осложнено ОПП и требуется выполнение специальных мероприятий по предотвращению негативных последствий. К таким территориям относятся Приобское плато (повсеместное развитие просадочных грунтов) и 1-я терраса р. Барнаулки (высокий уровень грунтовых вод).

Неблагоприятные для строительства территории – это поймы Оби и Барнаулки, склоны долин этих рек, а также овраги.

**Будем стремиться к тому, чтобы Барнаул по благоустройству, уровню качества жизни, красоте улиц стал лучшим городом Сибири!**

## 20. ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев В. С., Швецов А. Я. и др. Развитие оползней как фактор многокомпонентной системы на примере г. Барнаула. // Проблемы рационального природопользования в Восточной Сибири. Тезисы докладов к научно-практической конференции. – Иркутск: Изд-во Института географии СО АН СССР, 1984. – С. 91–92.
2. 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.
3. Балацкий Д. В. Состояние природной среды и условия жизни в Барнауле (медико-экологический аспект). // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во АГУ, вып. 5, 2002. – С. 255–264.
4. Барнаул: Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – 408 с.
5. Бородавко В. Г., Швецов А. Я. Оползневая зона. // Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 212–213.
6. Бородин В. А. Стратегическое направление развития промышленности Алтайского края. // Барнаул на рубеже веков: итоги, проблемы, перспективы: материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Барнаула. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – С. 16–25.
7. 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.
8. Гришаев В. Ф., Ивонин А. Р., Кладова В. П., Метельницкий К. Н., Родионов А. М., Скубневский В. А. Барнаул. Летопись города. – Барнаул: Изд-во ГИПП «Алтай», 1994. – 223 с.
9. Климат Барнаула. / Под ред. С. Д. Кошинского, В. Л. Кухарской. – Л: Гидрометеиздат, 1984. – 172 с.
10. Коробкова Г. В. Обь-река. // Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 208–209.
11. Кротов А. П., Иванов В. М., Опарин А. С. Современное состояние сетей водопровода и канализации. // Проблемы экологии и природопользования в Алтайском крае. – Барнаул: 1998. – С. 46–48.
12. Мельников А. И. 70–80-е годы в истории Барнаула. // Барнаул на рубеже веков: итоги, проблемы, перспективы: материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Барнаула. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – С. 9–16.
13. 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.
14. Михайлов В. Е., Швецов А. Я. Опасная вода. О проблеме подтопления застроенных территорий края. Газета «Алтайская правда», № 3, 1979.

15. Олькова О. А. Экологический спектр флоры г. Барнаула как показатель условий среды. // Проблемы экологии и природопользования в Алтайском крае. – Барнаул: 1998. С. 21–23.

16. Олькова О. А., Папина Т. С., Пудовкина Т. А., Ревякина Н. В., Сарычев С. Т. Состояние окружающей среды (Атмосфера. Вода. Почвы. Растительный покров). // Барнаул: Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 275–276.

17. 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.

18. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. Об антропогенном факторе нарушения устойчивости оползневых склонов в районе г. Барнаула. Инженерные изыскания в строительстве. Серия 15, вып. 3. – М.: 1979. – С. 19–20.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я., Барышников Г. Я., Имаев В. С. Уточнение сейсмического районирования и исходного сейсмического уровня на основе комплекса карт ОСР-97. // 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. 107–110.

23. Пудовкина Т. А. Почвенный покров. // Барнаул: Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 240.

24. Пурдик Л. Н. Барнаул. Ландшафты и экология. – Барнаул: Изд-во «Азбука», 2007. – 256 с.

25. Ревякин В. С., Швецов А. Я. и др. Барнаул. Научно-справочный атлас. – Новосибирск: Изд-во ФГУП «ПО «Инжгеодезия», 2006. – 100 с.

26. Ревякин В. С., Швецов А. Я., Дунец А. Н. Мостовой переход через реку Обь у города Барнаула. Журнал «Барнаул», № 4, 2007. – С. 85–137.
27. Скубневский В. А. Жилищный фонд. // Барнаул: Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 113–114.
28. Состояние окружающей природной среды в Алтайском крае в 1995 г. (Доклад). Барнаул: Алтайский краевой комитет экологии и природных ресурсов. – Барнаул, 1996. – 108 с.
29. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*). – М.: Госстрой России, 2012. – 115 с.
30. Справочник по климату СССР. Вып. 20. Томская, Новосибирская, Кемеровская области и Алтайский край. – Л.: Гидрометеиздат. Ч. 1, 1966 г., ч. 2, 1965 г., ч. 3, 1966 г., ч. 4, 1969 г., ч. 5, 1970 г.
31. СП 2.6.1.2523-2009. Нормы радиационной безопасности (НРБ-2009). – М.: Госстрой России, 2009. – 62 с.
32. Сычев И. И., Дударев О. А., Протопопов В. В. и др. Объяснительная записка к обзорной карте месторождений строительных материалов Алтайского края масштаба 1:1000000. – М.: Геологический фонд РСФСР, 1974. – 216 с.
33. Харламова Н. Ф., Ревякин В. С., Леконцев Б. А. Климат и сезонная ритмика природы Барнаула. Монография. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – 144 с.
34. Черноусов С. И., Арефьев В. С., Арефьева В. И., Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. и др. Географические и инженерно-геологические условия Степного Алтая. Монография. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1988. – 97 с.
35. Чубара В. К., Швецов А. Я. Мониторинг загрязненности нефтепродуктами территории Барнаульской нефтебазы в период 2002–2010 гг. // Экология. Культура. Образование: материалы восьмой городской научно-практической конференции / МБУ «Централизованная библиотечная система г. Барнаула имени М. Н. Ядринцева». – Барнаул, 2020.
36. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Влияние деятельности человека на изменение инженерно-геологических условий территории г. Барнаула. // Проблемы охраны окружающей среды в свете решений XXV съезда КПСС. – Барнаул, 1977. – С. 135–138.
37. Швецов А. Я. Замачивание грунтов и изменение их физико-механических свойств на площадке Барнаульского шинного комбината. // Проблемы охраны окружающей среды в свете решений XXV съезда КПСС. – Барнаул, 1977. – С. 139–141.
38. 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.
39. 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.

40. 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: Изд-во АлтГТУ, 1990. – С. 31–34.

41. 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: Изд-во АлтГТУ, 1990. – С. 34–39.

42. Швецов А. Я., Швецова Г. В. Эолово-почвенная гипотеза происхождения лессов Алтая. – «Инженерная геология», № 4. М, 1992. – С. 119–125.

43. Швецов А. Я. О содержании термина «лесс». – «Инженерная геология», № 5. – М, 1994. – С. 110–112.

44. Швецов А. Я. Проблемы питьевого водоснабжения г. Барнаула. // Проблемы экологии и природопользования в Алтайском крае. – Барнаул, 1998. – С. 51.

44а. Швецов А. Я. Когда же родился Барнаул? – Газета «Алтайская правда», № 194, 2 сентября 1999 г.

45. Швецов А. Я. Лессы Алтайского края. – «Вестник Алт. гос. техн. ун-та», № 1. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. – С. 29–35.

46. Швецов А. Я. Рельеф г. Барнаула. Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 257–258.

47. Швецов А. Я. Геологическое строение территории г. Барнаула. Энциклопедия. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2000. – С. 74.

48. Швецов А. Я. Оползни Барнаульского Приобья. География и природопользование. Сборник статей. Выпуск 5. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2002. – С. 268–277.

49. Швецов А. Я. ГОСТ на землетрясения (в историческом ракурсе). «Вечерняя газета», № 151, 03.10.2003.

49а. Швецов А. Я., Швецова А. Ю. Год основания Барнаула. Барнаул на старинных картах XVIII–XIX вв. Экология, сервис, туризм, культура (ЭСТК-2004). VI международная научно-практическая конференция. Барнаул: Изд. АлтГТУ, 2004. – С. 223–228.

50. 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.

51. Швецов А. Я. О границах Барнаула. // Барнаул на рубеже веков: итоги, проблемы, перспективы: материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 275-летию Барнаула. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – С. 285–287.

52. 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.

53. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Мониторинг загрязненности нефтепродуктами природной среды Барнаульской нефтебазы. // 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. 143–150.

54. 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.

55. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Последствия в г. Барнауле сильного землетрясения, произошедшего в Горном Алтае 23 сентября 2003 г. // 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. 153–158.

56. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С. Причины оползневых процессов на территории г. Барнаула. // 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. 158–161.

57. 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.

58. 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.

59. Швецов А. Я. Экологическое состояние территории г. Барнаула. // 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, 2018. – С. 35–68.

## 21. ФОНДОВЫЕ И АРХИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

60. Добровольская И. А., Коновалов В. Н., Андреева Н. Е., Винокуров Ю. И., Швецов А. Я. и др. Комплексная схема охраны окружающей среды г. Барнаула 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.

61. Информация об итогах социально-экономического развития города Барнаула в различные годы. – Барнаул: Сайт администрации г. Барнаула.

62. 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 ООО «АлтайТИСИЗ».

63. Осьмушкин В. С., Швецов А. Я. и др. Инженерно-геологические условия территории г. Барнаула. – Барнаул, 2007. – Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».

64. Отчеты об инженерно-геологических изысканиях в г. Барнауле в 1963–2016 гг. – Барнаул. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».

65. Отчеты об инженерно-экологических изысканиях в г. Барнауле в 2001–2016 гг. Барнаул. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».

66. Отчеты о мониторинге загрязнения нефтепродуктами территории Барнаульской нефтебазы в 2003–2009 гг. – Барнаул. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».

67. Паспорта социально-экономического развития г. Барнаула за различные годы. – Барнаул.

68. Проект водоохраных зон и прибрежных защитных полос рек Обь, Барнаулка, Пивоварка, Власиха в пределах земель города Барнаула. Научный рук. Ю. И. Винокуров, отв. исп. И. В. Жерелина. – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2003. – 160 с. Отчет. Фонды ИВЭП СО РАН.

69. Швецов А. Я., Осьмушкин В. С., Ревякин В. С., Брюханов В. А. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Определение степени влияния строящегося мостового перехода через р. Обь на эколого-геологическую и гидрологическую обстановку в долине р. Барнаулки». – 1994. Алтайский Центр РАЕН.

70. Схема инженерной защиты г. Барнаула от опасных геологических и гидрологических процессов. – Москва, 1994. «Инжзащита».

71. Отчеты об инженерно-геодезических изысканиях в г. Барнауле в 1963–2016 гг. – Барнаул. Фонды ООО «АлтайТИСИЗ».

72. Официальный сайт администрации г. Барнаула. 2019.

## 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 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.).

**Горлов Евгений Анатольевич** – генеральный директор ООО «АлтайТИСИЗ».

Трудовую деятельность начал в 1997 году экспедитором, затем был переведен на должность юрисконсульта. В 1999 году поступил на службу в органы внутренних дел, где работал до 2017 года, прошел путь от следователя следственной части до начальника организационно-зонального отдела Главного следственного управления ГУ МВД России по Алтайскому краю. Зарекомендовал себя добросовестным, профессионально грамотным руководителем, владеющим методикой и тактикой расследования

преступлений, обладающим глубокими юридическими знаниями и способным организовать личный состав на выполнение поставленных задач.

Положительный опыт Евгения Анатольевича неоднократно использовался для составления методических рекомендаций, применялся в работе всеми следственными подразделениями Алтайского края. За высокие показатели в работе Е. А. Горлов неоднократно отмечался руководством МВД России, Администрации Алтайского края, ГСУ и ГУ МВД России по Алтайскому краю.

В августе 2017 года Е.А. Горлов назначен генеральным директором ООО «АлтайТИСИЗ».

Возглавив организацию, Е. А. Горлов, в первую очередь, смог замедлить темпы падения основных показателей предприятия, стабилизировать его финансово-экономическое положение, сплотить коллектив. Его личный



пример, высокие волевые и профессиональные качества, выдержка, умение организовать работу в сложных, а зачастую в стрессовых условиях стали фундаментом для последующего роста компании.

За достаточно короткий промежуток времени ему удалось не только сохранить предприятие как юридическое лицо, но и добиться хороших показателей по основному направлению деятельности треста, а именно выполнения полного комплекса инженерно-строительных изысканий.

В 2018 и 2019 гг. Е. А. Горлов предпринял ряд мер, направленных на восстановление и развитие деятельности предприятия, повышение эффективности работы, улучшение финансово-экономических показателей. Первостепенная роль при этом уделялась созданию наилучших по отрасли условий труда для коллектива в целом и для каждого сотрудника в отдельности, в том числе повышению уровня заработной платы. Как следствие, коллектив прирос грамотными специалистами, в том числе по узким специальностям. Налажено взаимодействие с ведущими вузами страны, обучающими специалистов в сфере инженерных изысканий. Особое внимание уделяется созданию и поддержанию безопасных и комфортных условий для коллектива, на постоянной основе проводятся мероприятия по улучшению условий труда и техники безопасности.

В указанный период предприятие за счет собственных оборотных средств выполнило глубокую модернизацию материально-технической базы. Произведен ремонт офисных, подсобных и производственных помещений, приобретено высокотехнологичное полевое и лабораторное оборудование, на 80 % обновлен парк специальной техники, приобретено новое буровое оборудование.

За короткий период времени прирост основных экономических показателей организации вырос на 75 %, а по отдельным направлениям деятельности до 200 %. Организация активно работает с ведущими строительными компаниями Алтайского края и всего Сибирского региона, с государственными и муниципальными заказчиками, участвует в масштабных, в некоторых случаях уникальных стройках, производимых на крупных промышленных предприятиях, своевременно и в полном объеме исполняет социальные и налоговые обязательства.

В настоящее время ООО «АлтайГИСИЗ» – современное, прибыльное, динамично развивающееся предприятие. Благодаря высокому профессионализму руководителя предприятие сохранило лидерство в области инженерных изысканий на территории Алтайского края и продолжает динамично развиваться за счет расширения перечня услуг, таких как проектирование, кадастровые и землеустроительные услуги.

За достижение высоких показателей по объёму производства и предоставлению услуг ООО «АлтайГИСИЗ» в 2018 и 2019 гг. отмечено званием «Лидер отрасли» среди изыскательских организаций в рамках деятельности Союза строителей «Регионального объединения работодателей Алтайского края». В 2018 г. коллектив предприятия награжден Почетной грамотой Министерства строительства, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства Алтайского края, более 20 сотрудников треста поощрены почетными грамотами Министерства строительства, транспорта, жилищно-коммунального хозяйства Алтайского края, Администрации Алтайского края, ценными подарками.

Под руководством Е. А. Горлова предприятие активно включилось в решение социальных вопросов г. Барнаула и Алтайского края. Ведется работа по сложным и в то же время социально значимым проблемам, таким как подтопление территорий, поднятие грунтовых вод, оползневые процессы, разработка и внедрение региональных нормативов в части выработки методик изучения грунтов и многое другое.

По инициативе генерального директора на предприятии создан Совет ветеранов, ежегодно проводится месячник пожилого человека, организуются встречи ветеранов, их социальная поддержка, совместные семинары с молодыми сотрудниками. В повседневной жизни коллектива участвуют не только сотрудники компании, но и члены их семей, для них проводятся конкурсы, совместные спортивные и развлекательные мероприятия, детские утренники.

Евгений Анатольевич охотно участвует в духовной жизни края, активно сотрудничая с Алтайской Епархией, участвует в благотворительной деятельности, проводя на бесплатной основе проектно-исследовательские работы для строительства новых храмов и часовен. Он является одним из инициаторов строительства нового храма в честь Святого Великомученика и Победоносца Георгия. В августе 2019 года в поселке 8 Марта Курьинского района Алтайского края с благословения митрополита Барнаульского и Алтайского заложен камень с памятной табличкой и установлен крест в ознаменование строительства. Само строительство запланировано на 2020–2021 гг.

**А.Я. Швецов, Е.А. Горлов**

# **ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БАРНАУЛА**

Корректурa – Т. Волобуева  
Верстка – О. Корвякова

Подписано в печать 9.10.2020 г.  
Объем 22,2 уч.-изд. л. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Тираж 50 экз. Заказ №5876.  
Отпечатано «Новый формат».  
656049, г. Барнаул, пр-т Социалистический, 85,  
тел.: (3852) 36-82-51, 8-800-700-1583,  
nf-kniga@yandex.ru,  
сайт: типография-новый-формат.рф