

**Г. И. Клиорина, В. А. Осин, М. С. Шумилов**

# **ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**УЧЕБНИК ДЛЯ АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРИАТА**

**2-е издание, исправленное и дополненное**

**Книга доступна в электронной библиотечной системе  
[biblio-online.ru](http://biblio-online.ru)**

**Москва ■ Юрайт ■ 2018**

УДК 711(075.8)  
ББК 85.118я73  
К49

**Авторы:**

**Клиорина Галина Игоревна** — профессор, кандидат технических наук, профессор кафедры дизайна архитектурной среды архитектурного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета;

**Осин Владимир Алексеевич** — профессор, кандидат технических наук;

**Шумилов Михаил Семенович** — профессор, кандидат технических наук.

**Клиорина, Г. И.**

К49 Инженерная подготовка городских территорий : учебник для академического бакалавриата / Г. И. Клиорина, В. А. Осин, М. С. Шумилов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 331 с. — (Серия : Университеты России).

ISBN 978-5-534-07029-3

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших отечественных вузов и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

Учебник посвящен вопросам инженерной подготовки городских территорий. В нем последовательно изложены вопросы градостроительной оценки природных условий территории, описаны принципы и методика мероприятий инженерной подготовки, включая защиту от опасных физико-геологических процессов. Рассмотрены особенности строительства и эксплуатации инженерных сооружений. Раскрыты общие и специальные мероприятия по инженерной подготовке: земляные работы, планировка улиц, территорий промышленных предприятий, проектирование дождевой сети, защита от подтопления, подготовка заторфованных территорий, инженерная подготовка местности с оползневыми явлениями, особенности освоения территорий с сейсмическими явлениями и др.

Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

*Учебник предназначен студентам высших учебных заведений, аспирантам и преподавателям, а также всем интересующимся.*

УДК 711(075.8)

ББК 85.118я73



*Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».*

© Клиорина Г. И., Осин В. А., Шумилов М. С., 2014

© Клиорина Г. И., Осин В. А., Шумилов М. С.,  
2017, с изменениями

© ООО «Издательство Юрайт», 2018

ISBN 978-5-534-07029-3

# Оглавление

Предисловие .....	7
-------------------	---

## Раздел первый МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ ТЕРРИТОРИЙ

<b>Глава 1. Общие сведения и подготовка проектирования.....</b>	<b>13</b>
1.1. Стадии проектирования.....	13
1.2. Природные условия.....	16
1.3. Градостроительная оценка природных условий .....	20
<b>Глава 2. Проектирование инженерной подготовки.....</b>	<b>27</b>
2.1. Мероприятия инженерной подготовки .....	27
2.2. Инженерное освоение территории и экология.....	30
2.3. Экономика инженерного освоения территорий.....	31

## Раздел второй ОБЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ

<b>Глава 3. Вертикальная планировка городских территорий .....</b>	<b>37</b>
3.1. Общие сведения о рельефе.....	38
3.2. Задачи вертикальной планировки .....	40
3.3. Методы проектирования вертикальной планировки .....	41
3.4. Объемы земляных работ и баланс земляных масс.....	49
3.5. Вертикальная планировка улиц, пешеходных путей и площадей .....	54
3.6. Вертикальная планировка межмагистральных территорий.....	64
3.7. Вертикальная планировка территорий промышленных предприятий ...	70
3.8. Вертикальная планировка территорий при реконструкции .....	73
3.9. Проблемы экологии при преобразовании рельефа .....	74
3.10. Техничко-экономические сведения .....	76
<b>Глава 4. Организация стока поверхностных вод на городских территориях.....</b>	<b>78</b>
4.1. Некоторые сведения о формировании поверхностного (дождевого) стока.....	78
4.2. Типы дождевой сети.....	81
4.3. Проектирование дождевой сети.....	82

4.4. Закрытая дождевая сеть .....	90
4.5 Открытая дождевая сеть .....	96
4.6. Смешанный тип дождевой сети.....	99
4.7. Регулирование дождевого стока .....	100
4.8. Особенности проектирования дождевой сети при реконструкции ....	104
4.9. Проблемы экологии при организации поверхностного стока .....	104
4.10. Техничко-экономические сведения .....	107

## **Раздел третий**

### **СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ**

#### **Глава 5. Защита городских территорий от подтопления..... 111**

5.1. Условия формирования грунтовых вод .....	111
5.2. Методы защиты от подтопления.....	116
5.3. Конструкции дренажей.....	122
5.4. Фильтрационный расчет однолинейных дрен .....	136
5.5. Фильтрационный расчет кольцевого дренажа .....	140
5.6. Фильтрационный расчет систематического дренажа .....	143
5.7. Основы гидравлического расчета дренажей .....	145
5.8. Особенности защиты от подтопления при реконструкции .....	147
5.9. Проблемы экологии и защита от подтопления .....	148
5.10. Техничко-экономические сведения .....	149

#### **Глава 6. Защита территорий от затопления ..... 151**

6.1. Основные причины затопления территорий .....	151
6.2. Методы защиты территорий от затопления и их проектирование ....	154
6.3. Обвалование территорий .....	159
6.4. Искусственное повышение отметок территории.....	164
6.5. Регулирование русла рек .....	167
6.6. Регулирование стока .....	169
6.7. Укрепление берегов.....	172
6.8. Особенности проектирования защитных мероприятий при реконструкции.....	179
6.9. Проблемы экологии при защите территорий от затопления .....	179
6.10. Техничко-экономические обоснования проектных решений .....	182

#### **Глава 7. Инженерная подготовка заторфованных территорий .... 185**

7.1. Структура заторфованных территорий и строительные свойства торфяных грунтов.....	185
7.2. Методы инженерного освоения заторфованных территорий .....	188
7.3. Особенности организации рельефа и осушительных систем .....	194
7.4. Проблемы экологии освоения заторфованных территорий.....	196
7.5. Техничко-экономические сведения .....	196

#### **Глава 8. Инженерная подготовка территорий, расчлененных оврагами ..... 198**

8.1. Причины оврагообразования .....	198
8.2. Инженерная подготовка территорий .....	200

8.3. Особенности инженерной подготовки территорий с оврагами при реконструкции.....	209
8.4. Инженерное освоение территорий и проблемы экологии .....	209
8.5. Техничко-экономическая оценка проектных решений .....	210
<b>Глава 9. Инженерная подготовка территорий с оползневыми явлениями .....</b>	<b>212</b>
9.1. Причины образования и характеристика оползней .....	213
9.2. Расчет устойчивости откосов.....	217
9.3. Инженерные мероприятия по борьбе с оползневыми явлениями .....	221
9.4. Борьба с оползневыми явлениями и проблемы экологии .....	233
9.5. Техничко-экономическая оценка проектных решений .....	234
<b>Глава 10. Особенности инженерной подготовки территорий с вечномерзлыми грунтами .....</b>	<b>235</b>
10.1. Общие сведения о вечномерзлых грунтах.....	235
10.2. Особенности инженерной подготовки территорий.....	239
10.3. Инженерная подготовка территории с вечномерзлыми грунтами и проблемы экологии.....	245
10.4. Техничко-экономические сведения.....	246
<b>Глава 11. Защита городских территорий от селевых потоков .....</b>	<b>248</b>
11.1. Общие сведения о селевых потоках.....	248
11.2. Особенности проектирования противоселевой защиты .....	250
11.3. Противоселевые мероприятия и проблемы экологии .....	255
11.4. Техничко-экономическая оценка проектных решений .....	255
<b>Глава 12. Инженерные мероприятия по восстановлению нарушенных территорий .....</b>	<b>257</b>
12.1. Общие сведения о нарушенных территориях .....	257
12.2. Особенности инженерной подготовки при восстановлении нарушенных территорий.....	259
12.3. Восстановление нарушенных территорий и проблемы экологии.....	264
12.4. Техничко-экономические сведения.....	264
<b>Раздел четвертый</b>	
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ТЕРРИТОРИИ</b>	
<b>В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ</b>	
<b>Глава 13. Особенности инженерной подготовки территорий с карстом .....</b>	<b>269</b>
13.1. Причины возникновения карста и его характеристика .....	269
13.2. Инженерная подготовка территории с карстом.....	271
13.3. Проблемы экологии и освоение территорий с карстом.....	273
13.4. Техничко-экономическая оценка проектных решений .....	274
<b>Глава 14. Особенности освоения территорий с сейсмическими явлениями .....</b>	<b>275</b>
14.1. Общие сведения о сейсмических явлениях .....	275

14.2. Особенности инженерной подготовки .....	276
14.3. Проблемы экологии при освоении территорий с сейсмическими явлениями.....	279
14.4. Техничко-экономическая оценка проектных решений .....	280

## **Раздел пятый**

# **СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

<b>Глава 15. Особенности строительства инженерных сооружений .....</b>	<b>283</b>
15.1. Общие сведения о возведении сооружений .....	283
15.2. Способы вертикальной планировки.....	287
15.3. Способы прокладки дождевых и дренажных сетей.....	294
15.4. Способы строительства сосредоточенных сооружений.....	305
15.5. Особенности возведения насыпей плотин и дамб обвалования .....	307
15.6. Охрана среды при строительстве инженерных сооружений .....	312
15.7. Техничко-экономические сведения .....	313
<b>Глава 16. Техническая эксплуатация систем инженерных сооружений .....</b>	<b>315</b>
16.1. Общие сведения о технической эксплуатации .....	315
16.2. Эксплуатация водопроводящих систем .....	319
16.3. Эксплуатация инженерных сооружений .....	323
16.4. Охрана среды при технической эксплуатации .....	325
16.5. Техничко-экономические сведения.....	327
<b>Литература .....</b>	<b>331</b>

## Предисловие

Инженерная подготовка давно стала самостоятельной специфической областью строительной деятельности, охватывающей комплекс вопросов инженерного освоения земель под градостроительство, их застройку и защиту от опасных физико-геологических процессов природного и техногенного происхождения. Настоящий курс является одним из основных для студентов по направлению «Градостроительство» и представляет интерес для других направлений подготовки, связанных с освоением территорий и эксплуатацией застройки.

Учебник состоит из пяти разделов, включающих 16 глав, где последовательно изложены вопросы градостроительной оценки природных условий территории, описаны принципы и методика мероприятий инженерной подготовки, включая защиту от опасных физико-геологических процессов. Рассмотрены особенности строительства и эксплуатации инженерных сооружений. В каждой главе даны отдельные параграфы, содержащие технико-экономические сведения и проблемы экологии при проведении мероприятий, анализируются пути сокращения затрат и экологического ущерба. Техничко-экономические сведения, приведенные в книге, следует корректировать с учетом действующего ценообразования, новых технологий и их дальнейшего развития в строительной области. Нужно также принимать во внимание дополнительные экологические задачи, которые свойственны современным условиям градостроительного освоения территории.

В результате освоения материала студент должен быть компетентным в профессиональном комплексном решении мероприятий инженерной подготовки территории и других задач ее обустройства, а также

### **знать**

- задачи и возможности выполнения мероприятий инженерной подготовки территории в условиях нового строительства, при реконструкции и размещении застройки вблизи эксплуатируемых градостроительных объектов;
- состав необходимых исходных данных, требований и ограничений при проектировании и осуществлении мероприятий инженерной подготовки территории;
- принципы и приемы проектирования и реализации в строительстве общих и специальных мероприятий инженерной подготовки;

### **уметь**

- оценивать природные условия территории застройки и определять потребность в конкретных мероприятиях ее инженерной подго-

товки с учетом требований экологии и экономической целесообразности;

- обосновать комплекс общих и специальных мероприятий, включая инженерную защиту от опасных физико-геологических процессов;
- разработать проектное решение мероприятий инженерной подготовки территории в конкретных условиях строительства и реконструкции;

**владеть**

- навыками оценки качества материалов, необходимых для обоснования и выбора мероприятий инженерной подготовки территории, строительства сооружений защиты;
- навыками взаимодействия со смежными специалистами, участвующими в процессе проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации объектов городской среды.

**В первом разделе** книги описываются общие сведения о задачах, мероприятиях и стадиях градостроительного проектирования инженерной подготовки территории. Приводятся основные параметры значимых природных условий. Описана методика градостроительной оценки природных условий, которые определяют состав и сложность мероприятий инженерной подготовки, рассмотрена классификация последних.

**Во втором разделе** книги освещаются принципы и методика общих мероприятий инженерной подготовки по организации рельефа и поверхностного стока. Вертикальная планировка изложена с учетом требований наименьших затрат, сохранения характера существующего рельефа. Приводятся сведения об особенностях формирования поверхностного стока на городских территориях, рассматриваются системы дождевой сети, методика их проектирования и расчета.

**Третий раздел** учебника посвящен специальным мероприятиям. В нем рассматривается защита территорий от подтопления, затопления, инженерные мероприятия на территориях с овражными, оползневыми и селевыми процессами, а также с торфом. Описаны особенности инженерной подготовки территорий с вечномерзлыми грунтами и восстановления территорий, нарушенных в результате добычи полезных ископаемых. Дается характеристика негативных инженерно-геологических процессов, освещаются причины их развития, описаны принципы и методика проектирования мероприятий инженерной подготовки. Для часто встречающихся и опасных для застройки физико-геологических процессов приводится расширенное описание их механизма и параметров.

**В четвертом разделе** книги рассмотрены территории с карстом и сейсмическими явлениями. Приведены важнейшие задачи их инженерной подготовки — на основе анализа природных условий территории выбрать безопасные для строительства участки.

**Пятый раздел** посвящен аспектам строительства и эксплуатации инженерных сооружений в процессе реализации мероприятий инже-



нерной подготовки. Дана дополнительная информация по способам строительства сосредоточенных сооружений. Она выделена мелким шрифтом. Настоящий раздел следует рассматривать, принимая во внимание возможности современной высокопроизводительной техники и дальнейшие перспективы ее развития.



**Раздел первый**  
**МЕРОПРИЯТИЯ**  
**ПО ИНЖЕНЕРНОЙ**  
**ПОДГОТОВКЕ ТЕРРИТОРИЙ**





# Глава 1

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПОДГОТОВКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Инженерная подготовка включает комплекс мероприятий, направленных на обеспечение пригодности территорий для градостроительства и их защиты от неблагоприятных природных явлений. Решение вопросов приспособления территорий к нуждам градостроительства относят обычно к благоустройству населенных мест путем организации рельефа и поверхностного стока дождевых и талых вод. Другие необходимые в ряде случаев мероприятия причисляют к специальным предупреждающим — такие явления, как затопление во время половодий и паводков, подтопление грунтовыми водами или нарушение рельефа в результате оползней, карста, эрозии, берегов, возникновения селей и снежных лавин.

### 1.1. Стадии проектирования

Составной частью градостроительного проектирования является проектная документация по инженерной подготовке территорий, охватывающая районную планировку, разработку генеральных планов строительства новых и развития существующих городов, поселков и сельских населенных мест, промышленной, пригородной и зеленой зон, проектов детальной планировки отдельных частей города и застройки микрорайонов, комплексов и групп зданий.

**Схемы районной планировки**, являясь проектно-планировочным решением, служат связью между территориальным планированием и градостроительным проектированием. **В проектах районной планировки** уточняют и детализируют решения схем, определяют последовательность формирования территориально-производственных комплексов и групповых систем расселения, размещают народнохозяйственные объекты на местности.

Схемы и проекты выполняют с учетом двух этапов перспективного развития района. Первый охватывает период текущей и последующих пятилеток, т. е. 10 лет, второй — перспективу, определенную долгосрочными народнохозяйственными планами, — 20 лет. При этом изучают демографические, экономические и экологические прогнозы на более поздний период — 40—50 лет, намечая пути возможного использова-

ния территории и принципиального решения ее планировочной структуры на будущее.

На следующей стадии градостроительного проектирования определяют функции отдельного города в системе районной планировки и устанавливают его величину. Стадия соответствует разработке **генерального плана города** как центра определенного назначения, например административного, производственно-хозяйственного или культурного, занимающего свое место в системе расселения. В генеральный план закладывают долгосрочные перспективы развития города или другого населенного места, всех его функциональных элементов, сетей общественного обслуживания и инженерного оборудования.

В развитие и уточнение генерального плана разрабатывают **проекты детальной планировки** отдельных районов, градостроительных комплексов и функциональных зон города. Этими проектами определяют архитектурно-пространственную композицию застройки, размещение нового строительства и объем реконструкции на пятилетний период, а также решают все сопутствующие градостроительные задачи.

Проекты детальной планировки служат основанием для проектов застройки микрорайонов, кварталов, комплексов или групп домов. Проекты застройки разрабатывают в две стадии. Первая — со сводным расчетом затрат на строительство, вторая — рабочая документация со сметой.

Вопросы **инженерной подготовки территорий** решают на всех стадиях градостроительного проектирования. В состав проекта районной планировки уже включают соответствующие разделы и схемы инженерных мероприятий защиты от неблагоприятных природных явлений (табл. 1.1). Документацию представляют в виде специального раздела, называемого «Инженерная подготовка территории» и двух видов схем: комплексной и специальных. Текстовая часть раздела — это пояснительная записка, в которой обосновывают и раскрывают суть принимаемых проектных решений, приводят инженерные и технико-экономические расчеты.

Принципиальные решения инженерной подготовки территорий региона, края или области отражают в *комплексных схемах*. В них обобщают предложения по освоению и защите территории от опасных природных процессов, оздоровлению и охране среды, восстановлению и обогащению природных ресурсов. В развитии этих схем, чаще для территорий, находящихся в неблагоприятных условиях, разрабатывают *специальные схемы*, в общем виде показывают методы предотвращения неблагоприятного влияния на территории городов опасных явлений, таких, как оползни, овражная эрозия или затопление, сели и абразия берегов. Чем сложнее рельеф местности, многообразнее геологические, гидрогеологические и другие природные условия, тем больше специальных схем выполняют в дополнение к комплексной.

На последующих стадиях проектирования комплексные и специальные схемы поэтапно уточняют.

При этом планировочные структуры города и его элементов, промышленных и зеленых зон, разрабатывают совместно, создавая взаимосвязанные и наиболее эффективные решения.

В комплексных схемах, как и в детализированных, специальные инженерные решения, принятые в проектах предшествующего этапа, конкретизируют. Еще большей конкретизации достигают в проектах детальной планировки, а потом и застройки. В последнем случае разработку меро приятий доводят до стадии технического и даже рабочего проекта, выпуская проектную документацию на отдельные защитные сооружения.

Таблица 1.1\*

Стадии проектирования	Виды проектной документации, выпускаемой на разных стадиях проектирования для	
	всех территорий	территорий с неблагоприятными природными условиями
1 — региональная планировка на территорию союзной республики, края, области, морского побережья, курортной зоны	Генеральная комплексная схема защиты территории от опасных геологических процессов (масштаб графических материалов 1 : 500 000...1 : 10 000). Раздел «Инженерная подготовка территорий» с генеральной комплексной схемой или проектом районной планировки (масштаб графических материалов 1 : 300 000...1 : 50 000)	Специальные схемы инженерной защиты: от затопления и подтопления; овражной эрозии; селей и лавин; карстовых явлений; оползней, обвалов и осыпей; абразии берегов водохранилищ и морей; криогенных процессов; засоления (масштаб графических материалов 1 : 200 000...1 : 250 000)
2, 3, 4 и 5 — локальная планировка на территорию города, промышленную зону жилого района, микро-района	Раздел или детальная комплексная схема мероприятий по инженерной подготовке территории в составе проекта промышленного узла (масштаб графических материалов 1 : 25 000...1 : 5000)	Специальные схемы защиты территории промышленного или иного народнохозяйственного объекта от отдельных видов неблагоприятных факторов (масштаб графических материалов 1 : 25 000...1 : 10 000)
	То же, в составе генерального плана города, поселка, сельского населенного пункта (масштаб тот же). То же, в составе проекта детальной планировки общегородского центра, жилого района, промышленно-коммунальной зоны (масштаб графических материалов 1 : 2000)	Отдельные специальные схемы защиты территории населенного пункта: от затопления и подтопления; овражной эрозии; селей и лавин; оползней; карста; переработки берегов водоемов и водотоков (масштаб графических материалов 1 : 10 000... 1 : 5000)

Стадии проектирования	Виды проектной документации, выпускаемой на разных стадиях проектирования для	
	всех территорий	территорий с неблагоприятными природными условиями
	То же, в составе проекта застройки микрорайона на стадиях «проект» и «рабочая документация» (масштаб графических материалов 1 : 1000...1 : 500)	Проекты и рабочая документация по отдельным защитным инженерным сооружениям (масштаб графических материалов 1 : 500 — 1 : 200)

\* Таблица составлена инж. В. Г. Фалеевым.

## 1.2. Природные условия

Природные условия территории характеризуются комплексом климатических, геоморфологических, геологических, гидрогеологических и гидрологических данных, включая сведения о физико-геологических процессах и их динамике. Они дополняются такими природно-ландшафтными особенностями, как существующие зеленые насаждения.

**Климатические условия** определяет совокупность факторов, наиболее значимыми из которых являются радиационный, температурно-влажностный, ветровой режим и атмосферные осадки.

Показателями радиационного режима служат: количество теплоты, поступающей на поверхность от прямых и рассеянных солнечных лучей; яркость света, суммарная и рассеянная освещенность в различные часы суток, а также интенсивность ультрафиолетового облучения. Для определения температурного режима в градостроительной практике используют данные о средних температурах по месяцам, в течение самой холодной пятидневки и дня, абсолютных минимальных и максимальных температурах, амплитудах их колебания и повторяемости.

Влажностный режим определяют показателями абсолютной, относительной влажности и амплитуды ее суточных колебаний.

Ветровой режим характеризуется средней скоростью ветра по господствующим направлениям и его повторяемостью зимой и летом. На отдельные метеорологические факторы климата (температура, влажность воздуха и скорость ветра) существенно влияют рельеф местности, наличие водоемов и растительности, формируя качественные особенности микроклимата.

Атмосферные осадки и их изменчивость определяют такими показателями, как годовое количество, суточный максимум, интенсивность выпадания дождей, толщина снежного покрова, сроки его образования и разрушения в результате таяния.

**Геоморфологические условия** — это сумма данных о рельефе, его происхождении и закономерностях развития. При решении градо-



строительных задач большое значение имеют крутизна естественного рельефа территории, особенности его форм, степень всхолмленности.

**Геологические условия** включают данные о составе, мощности, несущей способности грунтов, порядке их напластования и возрасте, а также наличии и активности геологических процессов и нарушений земной поверхности в результате техногенных факторов. К числу природных физико-геологических процессов относят оползни, овраги, карст, селевые потоки, снежные лавины, сейсмические и криогенные явления.

**Гидрогеологические условия** — это сведения о наличии, типе, мощности и свойствах эпизодически и постоянно существующих горизонтов подземных вод, глубине их залегания, условиях питания, особенностях режима и его динамике. Их рассматривают в тесном взаимодействии с литологическим строением, гидрометеорологическими условиями, определяющими особенности режима и общий баланс подземных вод.

**Гидрологические условия** на территории изучают на основе данных о явлениях и процессах, происходящих в поверхностных водоемах: реках, озерах, водохранилищах и болотах. Эти условия рассматривают в тесной связи с гидрогеологическими и другими природными условиями, в комплексе определяющими характеристику круговорота воды в природе, влияние на него деятельности человека и способов управления водным режимом.

Основные сведения включают информацию об источниках питания, закономерностях режима рек и водоемов, их основных параметрах, химическом и бактериологическом составе воды, рельефных и геологических особенностях береговой линии и дна.

Режим рек и водоемов определяют совокупностью данных о колебаниях скоростей течения, уровней и расходов в период самого низкого продолжительного сезонного стояния — *в межень* и во время прохождения *высоких вод* с учетом сроков замерзания и вскрытия рек и толщины ледяного покрова.

Данные о природных условиях дополняют перспективным прогнозированием **потенциальной динамики** компонентов среды под действием различных факторов, в том числе антропогенных. Так, например, оценивают последствия изменения уровня грунтовых вод в процессе строительства и эксплуатации или возможной эрозии рельефа потоками поверхностных вод и аккумуляции продуктов разрушения горных пород в пониженных местах. Кроме того, определяют экологический потенциал среды, т. е. пределы, за которыми могут начаться необратимые нарушения.

Информацию о природной среде получают на основе **комплексных инженерно-геологических изысканий**, задачи которых вытекают из специфики градостроительного проектирования. Эти изыскания включают несколько этапов. Первым является предварительное изучение данных по имеющимся архивным, фондовым и литературным

материалам, включая анализ опыта местного строительства в данном районе.

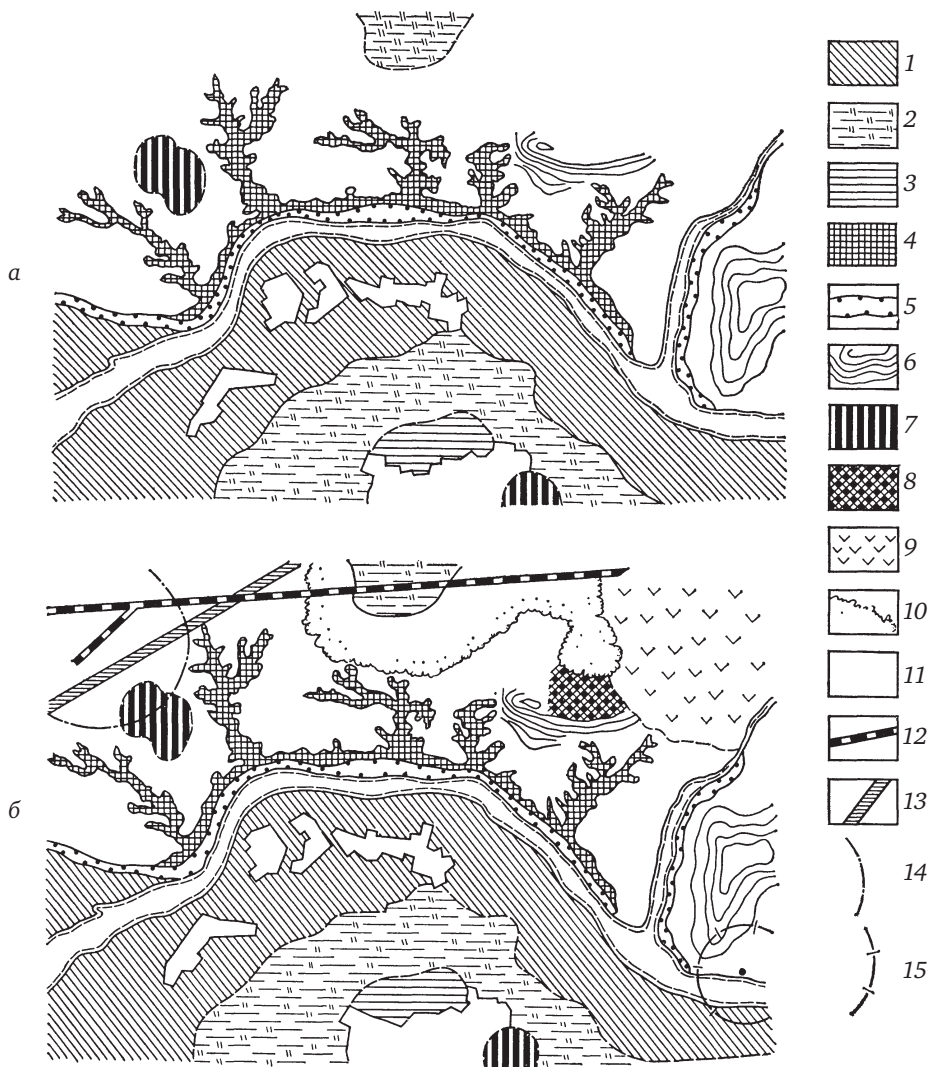
Второй этап заключается в проведении инженерно-геологической съемки, буровых, горнопроходческих и геофизических работ, различных полевых наблюдений и лабораторных исследований. В случае необходимости наземную геодезическую съемку дополняют съемкой выполненной аэрокосмическими методами: фотографированием, с использованием телевизионных установок, инфракрасных, радиотепловых и радиолокационных устройств. При наличии опасных геологических процессов стационарные наблюдения за их динамикой проводят в течение длительного периода, продолжая их после выполнения изысканий для последующего их уточнения.

**Глубина и степень детальности инженерно-геологических исследований** определяются конкретными задачами соответствующей стадии градостроительного проектирования, степенью изученности района строительства и природными условиями. Большое значение имеет глубокое изучение опасных геологических процессов и техногенных нарушений поверхности, их интенсивности и границ ожидаемого распространения. Так, в районах интенсивного развития оползней приходится изучать не только причины древних и современных нарушений устойчивости отдельных участков, но и состояние инженерных сооружений, включая водопроводную и канализационную сеть, прогнозировать устойчивость территории в связи с проектируемым строительством и эффективностью ранее примененных противооползневых мероприятий.

Для детального изучения оползневых участков помимо разведочных применяют геологосъемочные, геофизические и другие виды работ. Для прослеживания поверхности скольжения оползней наиболее широко используют электро- и сейсморазведку, сейсмоакустику, а для изучения подвижек — радиоактивные методы.

В карстовых районах, например, помимо традиционных исследований, направленных на выявление причин, условий и степени развития явлений, изучают влияние карста на существующие сооружения и воздействие этих сооружений на дальнейшее развитие карста. Здесь широко используют электро- и сейсморазведку.

Заключительный этап или камеральные работы — это обработка полученной информации. Результаты такой обработки приводят в виде схем и текстовой части. Одна из схем показана на рис. 1.1, а. Она характеризует природные условия на территориях города с точки зрения их пригодности для строительства и сложности мероприятий по инженерной подготовке. Схему обычно дополняют тематическими картами, отражающими особенности ландшафта местности, геологического строения, структуры почв и растительности. В районах со сложными природными условиями на схемах и картах показывают такие геологические процессы, как, например, оползневые или эрозионные.



**Рис. 1.1. Схема, характеризующая основные природные условия городской территории (а) и схема планировочных ограничений (б):**

1 — затопляемые и подтопляемые территории; 2 — то же, заболоченные с высоким стоянием грунтовых вод; 3 — территории с плоским рельефом, уклоном  $\leq 0,5\%$ ; 4 — овражные территории; 5 — участки, подверженные оползням и береговой эрозии; 6 — территории с крутым рельефом, уклоном  $> 20\%$ ; 7 — участки с карстовыми явлениями; 8 — охранная и заповедная зона; 9 — ценные сельскохозяйственные угодья; 10 — ценный лесной массив; 11 — территории, благоприятные для застройки; 12 — полоса отчуждения железной дороги; 13 — полоса ЛЭП; 14 — санитарно-защитная зона промышленного, предприятия; 15 — охранная зона водозаборных сооружений

Схемы и карты природных условий служат основой для дальнейшей оценки территории, разработки схем планировочных ограничений, мероприятий инженерной подготовки.

### 1.3. Градостроительная оценка природных условий

Оценка природных условий заключается в выявлении *степени благоприятности территории для различных видов ее градостроительного использования*. Оценку проводят на всех стадиях проектирования, каждой из которых соответствует определенный уровень проработки, широта охвата, глубина и детальность анализа природных условий.

**На стадии схем и проектов районной планировки** анализируют природные условия крупных районов, краев, областей. Результаты анализа используют в процессе проведения *комплексной оценки территории*, определяя степень ее благоприятности по сумме всех градостроительных факторов. К ним относятся не только природные, но и санитарные, экономические и планировочные. В результате определяют характер рационального использования района, формирования его планировочной структуры. Одновременно устанавливают принципы инженерной подготовки территорий, восстановления, сохранения и улучшения природных ландшафтов. В зоне опасных геологических процессов намечают мероприятия по защите среды.

**Разрабатывая генеральный план города**, природные условия анализируют и оценивают в сочетании с другими градостроительными факторами. Такая оценка позволяет обосновать рациональное взаимное размещение функциональных зон города, предусмотреть оптимальные резервные территории для его дальнейшего развития.

При реконструкции планировочной структуры города решают задачу упорядочения функционального зонирования территории, выделения участков для размещения учреждений и предприятий обслуживания, транспортных связей и повышения архитектурных качеств планировки и застройки.

В итоге устанавливают *комплекс целесообразных инженерных мероприятий по освоению*, охране и улучшению природной среды, сохранению памятников архитектуры, культуры и садово-паркового искусства.

На последующих стадиях проектирования анализ природных условий и их оценка позволяют выбрать и обосновать наиболее эффективные варианты проекта инженерной подготовки городских жилых и промышленных районов или защиты отдельных участков и объектов от опасных геологических процессов.

С этой точки зрения **территории классифицируют на три группы**: благоприятные, неблагоприятные и особо неблагоприятные. Поскольку требования, предъявляемые к размещению, строительству, инженерной подготовке и благоустройству, неодинаковы для различных городских зон, то для каждой из них используют свои критерии.

Методикой анализа предусмотрено последовательное рассмотрение каждого природного фактора (рельеф, грунтовые воды, грунты и т. д.) и все в совокупности. Суммарная (комплексная) оценка природных факторов позволяет учесть их влияние на качество природной и создаваемой градостроительной среды и прогнозировать возможное ухудшение условий вследствие застройки и ее эксплуатации.

**Основные критерии оценки отдельных природных факторов**, определяющие степень благоприятности территории для гражданского и промышленного строительства, садов и парков, даны в табл. 1.2, 1.3.

**Факторы суммарно оценивают** на основе балльной методики, предложенной институтом ЦНИПИ градостроительства. Она дает возможность количественно оценить различные варианты территориального использования и тем самым обосновать оптимальный.

Приведенные в таблицах критерии оценки отдельных природных факторов обычно дополняют, уточняют и детализируют в зависимости от географического положения города, климатических условий местности, особых природных условий и требований к территории города.

Если осваиваемая территория характеризуется наличием опасных физико-геологических процессов (оползни, карст, сейсмика, селевые потоки и др.) или антропогенными нарушениями поверхности, то возникает необходимость в использовании *дополнительных характеристик*, позволяющих учитывать названные особенности территории. Так, например, в районах развития оползневых процессов необходимо иметь сведения не только о масштабах распространения этих процессов, но и об их активности, типах оползней и особенностях микрорельефа оползневых зон.

На зоны с активными физико-геологическими процессами, которые могут нарушить устойчивость зданий и сооружений, накладываются планировочные ограничения. Одновременно предусматривают защитные мероприятия, гарантирующие нормальную эксплуатацию зданий и сооружений на близлежащей территории.

В сейсмических районах территории с потенциальной сейсмичностью свыше 7 баллов дополнительно микрорайонируют по интенсивности землетрясений из-за местных особенностей. В частности, наличие трещин в грунте или близко расположенных от поверхности грунтовых вод приводит к возрастанию потенциальной сейсмичности на 1—2 балла. Естественно, что такое увеличение принципиально повлияет на оценку степени благоприятности площадки для строительства и тем самым на возможность использования ее в тех или иных градостроительных целях. В таких случаях особые природные условия являются значимым фактором, ограничивающим градостроительное использование территории. Они влияют не только на ее функциональное зонирование и архитектурно-планировочное решение, но и определяют состав и сложность мероприятий по инженерной подготовке.

*Дополнительные критерии* используют также при оценке территорий, осваиваемых в экстремальных климатических условиях — Средней Азии и Крайнего Севера. В этих районах необходимы специальные защитные планировочные и инженерные мероприятия, смягчающие неблагоприятные для человека условия внешней среды. Особое значение в таких условиях имеет также градостроительная оценка климатических и микроклиматических особенностей территории.

Факторы	Виды строительства	Степень благоприятности территории для строительства		
		благоприятные	неблагоприятные	особо неблагоприятные
Уклон поверхности территории, в процентах	Жилищно-гражданское и промышленное	0,5 ÷ 8	менее 0,5 и от 8 до 15	более 15
Нормативное давление на грунты основания, Па	То же	1,5 · 10 <sup>5</sup>	(1,0 ÷ 1,5) · 10 <sup>5</sup>	Менее 1,0 · 10 <sup>5</sup>
Глубина залегания уровня грунтовых вод*, м	—»—	Более 3 Более 7	1 ÷ 3 3 ÷ 7	Менее 1 Менее 3
Возвышение поверхности прибрежной территории над расчетным УВВ** рек и водохранилищ, м	—»—	Более 5 Более 7	0 ÷ 5 0 ÷ 7	УВВ ниже поверхности территории на 1 ÷ 5
Распространение физико-геологических процессов (в % от общей площади)	—»—	Менее 1	1 ÷ 10	10 ÷ 20
Проветриваемость территории	Жилищно-гражданское	Хорошо проветриваемые и защищенные от сильных ветров и бурь или допускающие устройства ветрозащитных зеленых зон. Расположенные с подветренной стороны по отношению к источникам сильного загрязнения атмосферы	Замкнутые котловины с длительным застоем воздуха и участки, неззащищенные от сильных и вредоносных ветров и бурь. Расположенные с подветренной стороны по отношению к источникам сильного загрязнения атмосферы, но за пределами санитарно-защитных зон	Расположенные в пределах санитарно-защитных зон от промышленных предприятий и других источников сильного загрязнения атмосферы

Факторы	Виды строительства	Степень благоприятности территории для строительства		
		благоприятные	неблагоприятные	особо неблагоприятные
Инсоляция территории	Жилищно-гражданское	Нормально инсолируемые в течение всего года	Затененные более половины нормальной продолжительности инсоляции	Неинсолируемые в течение всего года

\* Определяется с учетом возможного изменения баланса грунтовых вод.

\*\* Устанавливается с учетом последствий подтопления и затопления территории при прохождении высоких вод и в результате разрушения плотин, расположенных выше населенного места.

Таблица 1.3

Факторы	Категории территорий		
	благоприятные	неблагоприятные	особо неблагоприятные
Зеленые насаждения общего пользования			
Уклон поверхности территории	До 10 %	От 10 до 30 %	Более 30 %
Морфологические свойства почв; грунты	Черноземы разные, красноземы; легкие и средние суглинки, супеси	Слабо заселенные, выщелочные, кислые; пески, глины средние и тяжелые, суглинки тяжелые	Солонцы, солончаки, лишённые почвенного слоя; скальные породы (при сплошном залегании)
Глубина залегания высокого уровня грунтовых вод от поверхности земли	От 2 до 1,5 м	От 1,5 до 0,5 м и от 2 до 3 м	Менее 0,5 и более 3 м
Заболоченность	Заболоченность и бессточные участки отсутствуют	Заболоченность вследствие избыточных атмосферных осадков, легко осушаемая	Болога грунтового питания, трудноосушаемые
Продолжительность затопления территории УВВ	Незатопляемые	Не более 15 дней	Более 15 дней и до 30 дней

Оценка климатических условий заключается в выявлении степени их комфортности. Для этого проводят суммарную (комплексную) оценку климатических параметров, учитывая влияние рельефа, растительности, водоемов и других природных факторов на микроклиматические особенности территории. Одновременно анализируют те параметры климата, которые влияют на планировочную структуру населенного места и санитарно-гигиеническое состояние городской среды. Итогом такой оценки является выявление основных биоклиматических типов погоды и формулировка общих типологических требований к планировке, застройке и озеленению города. На ее основе намечают принципы формирования новой планировочной структуры населенного места или ее реконструкции.

По природным характеристикам наиболее удобны для градостроительного использования благоприятные территории, поскольку не требуется проведения сложных мероприятий по инженерной подготовке и, следовательно, их освоение экономически наиболее эффективно. Однако степень благоприятности зависит от перспективного использования территории. Например, участки, неблагоприятные для размещения застройки, могут быть вполне благоприятными для создания садов, парков и других зеленых зон.

В сложных природных условиях, особенно при реконструкции городов, осваивают неблагоприятные или даже особо неблагоприятные, где затраты на инженерную подготовку территории резко возрастают из-за необходимости проведения специальных инженерных мероприятий. Вместе с тем требования создания компактной планировочной структуры и интенсивного использования территории в конечном итоге оправдывают затраты на эти мероприятия. «Обходят» лишь те участки особо неблагоприятных территорий, где имеются серьезные нарушения поверхности горными выработками или активно действуют геологические процессы. Такие опасные зоны обычно приурочены к определенным локальным участкам отвалов пород угольных, сланцевых шахт и обогатительных фабрик или местам активно действующих оползней, зарождения и транзита селевых потоков и снежных лавин. Размещение зданий и сооружений в таких зонах не допускается, поскольку защитные меры экономически нецелесообразны или технически невыполнимы.

По санитарным и другим соображениям запрещается размещение застройки в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий и специальных объектов, охранных зонах источников водоснабжения курортов, заповедников, памятников архитектуры и культуры. До истечения специально установленных сроков резервируют участки, загрязненные органическими или радиоактивными отбросами.

Требования рационального использования природных ресурсов, сохранения и улучшения природной среды диктуют запрещение использования ценных сельскохозяйственных земель, участков, покрытых лесами I группы, площадей с залеганием полезных ископаемых и тер-



риторий, имеющих культурное, историческое или научное значение. В исключительных обстоятельствах освоение таких территорий для градостроительных нужд требует специального разрешения соответствующих государственных органов.

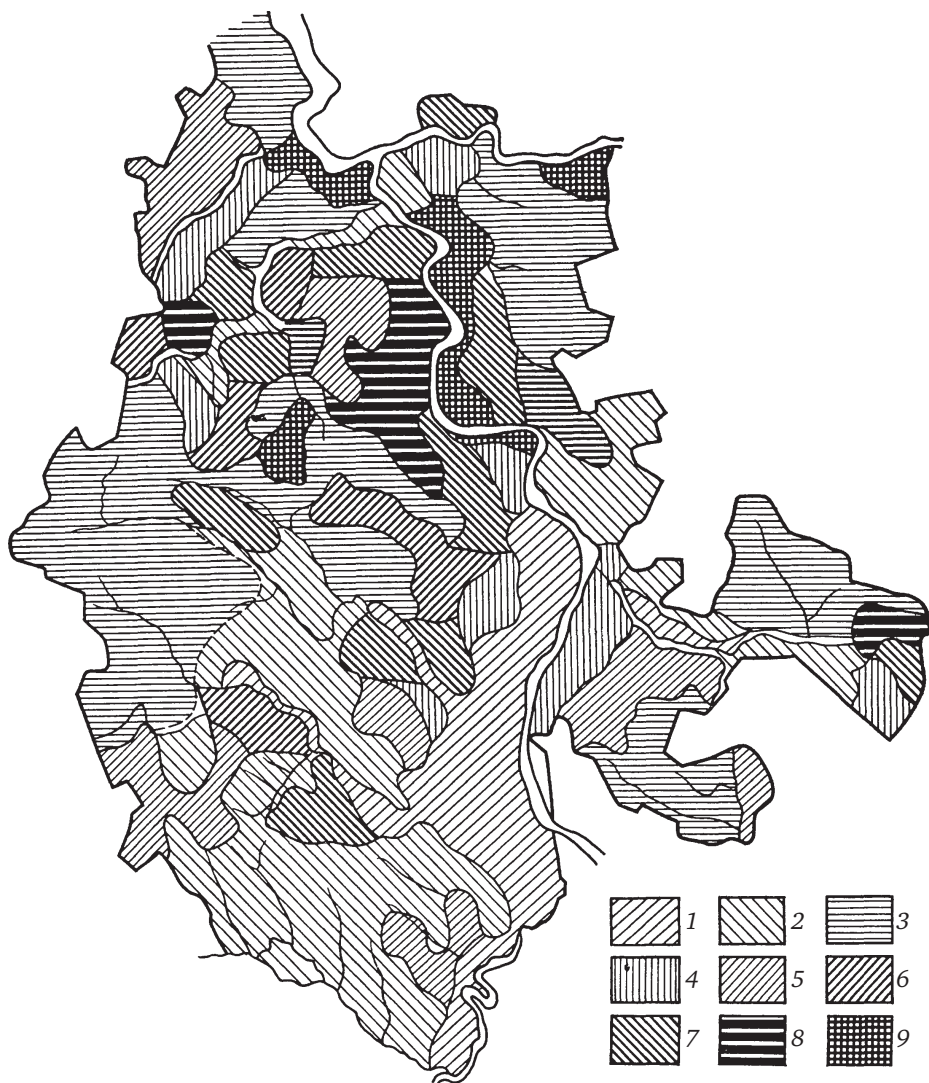
Основой для выбора варианта функционального зонирования и территориального развития города, как и определения конкретных мероприятий инженерной подготовки, служит составляемая **схема планировочных ограничений**. Ее выполняют по результатам комплексной оценки всех градостроительных факторов. Задачи такой схемы — показать территории, освоение которых связано с различной степенью сложности преобразования природных условий, и участки, исключаемые из застройки по тем или иным видам ограничений, а также выделить неблагоприятные зоны наибольшего загрязнения окружающей среды, нарушения ландшафта и опасных геологических процессов (см. рис. 1.1).

Схему разрабатывают, сопровождая пояснительной запиской, где обосновывают принципиальные градостроительные решения, связанные с освоением территории. Эти мероприятия оценивают и с точки зрения охраны окружающей среды. Такая оценка является неотъемлемой частью заключения о природных условиях. Уже на стадии районной планировки проводят ландшафтно-экологический анализ территории. В процессе составления схемы территориального использования выявляют не только степень пригодности природного комплекса для определенного вида его хозяйственного использования, но и прогнозируют нагрузку на природу при реализации проектируемой модели, изучают возможные изменения состояния окружающей среды, намечают пути поиска компромиссного решения, одновременно отвечающего производственно-экономическим задачам и удовлетворяющего экологическим требованиям охраны природных ресурсов.

На рис. 1.2 показана схема функционального зонирования района с ярко выраженной производственно-промышленной специализацией. Здесь учтены сложные взаимосвязи природных компонентов и влияние на них антропогенных факторов. При этом лимитирующая роль этих взаимосвязей является доминирующей, большей.

Такие схемы строят на основе поэтапного анализа природных факторов и корректировки модели на базе исследования производственных нагрузок на ландшафт, условий водообеспечения, инженерно-геологических и климатических, состояния биосферы и воздушного бассейна, ценности сельскохозяйственных земель, рекреационных и лесохозяйственных, водоохраных и резервных земель.

Разрабатывая схемы, характеризующие природные условия, уточняют данные о природной среде. Одновременно оценивают возможное ухудшение в перспективе геоморфологических, геологических и гидрогеологических условий на территории вследствие ее застройки и проведения мероприятий инженерной подготовки, особенно радикальных.



**Рис. 1.2. Схема функционального зонирования крупной групповой системы населенных мест:**

1 — зона преимущественного развития животноводства; 2 — зона преимущественного развития растениеводства; 3 — затопляемые территории; 4 — зона преимущественного развития кратковременного отдыха; 5 — зона преимущественного развития длительного отдыха взрослых; 6 — зона преимущественного развития длительного отдыха детей; 7 — зона преимущественного развития промышленного строительства; 8 — зона преимущественного развития гражданского строительства; 9 — зона охраняемого природного ландшафта

## Глава 2

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ

### 2.1. Мероприятия инженерной подготовки

Мероприятия инженерной подготовки по их характеру и особенностям осуществления делят на две группы: общие и специальные.

К **общим** относят вертикальную планировку, организацию отвода дождевых и талых вод. Они являются обязательными на территориях с различными природными условиями. Исключение составляют лишь территории, нуждающиеся в искусственном орошении.

**Специальные** мероприятия инженерной подготовки включают: защиту территории от подтопления грунтовыми водами, защиту территорий от затопления, освоение заболоченных территорий, борьбу с оврагами и оползнями, восстановление нарушенных территорий, борьбу с карстами, защиту от селевых потоков и воздействия сейсмических явлений.

Три последних мероприятия, относящиеся к группе специальных, характеризуют **особые** случаи инженерной подготовки.

Общие и специальные мероприятия инженерной подготовки на осваиваемых территориях могут встретиться в различных сочетаниях, отличаясь как по сложности, так и по объему.

На благоприятных территориях, например, инженерную подготовку можно свести к минимуму, выполнить только вертикальную планировку и водоотвод. На неблагоприятных нельзя ограничиться этим: здесь приходится предусматривать и специальные меры. Так, на землях, подверженных затоплению, рассматривают альтернативу: устройство защитных дамб или сплошная подсыпка с целью искусственного повышения поверхности земли выше критического уровня высоких вод.

На заболоченных территориях с торфяными пластами намечают инженерную подготовку, которой обеспечивают осушение и стабилизацию поверхности. Например, предусматривают устройство мелиоративной системы открытых каналов, закрытых коллекторов дождевой канализации или подземных дренажей и подсыпку территории.

Весьма специфична инженерная подготовка на территориях с вечномёрзлыми грунтами, а также подверженных опасным инженерно-геологическим процессам.

Комплекс мероприятий по инженерной подготовке территории нового города устанавливают одновременно с выбором вариантов размещения функциональных городских зон. При реконструкции их намечают, рассматривая предложения по совершенствованию сложившейся планировочной структуры. Для этого на основе карты планировочных ограничений составляют схему инженерной подготовки территории и прогнозируемого состояния окружающей среды. При необходимости составляют специальную схему защиты от опасных физико-геологических процессов.

В схемах отражают проектные мероприятия по инженерной подготовке и сопровождают пояснительной запиской, где обосновывают градостроительную целесообразность и последовательность проведения работ, которую увязывают с очередностью освоения территории под застройку. Приводят и технико-экономические показатели, но на этой стадии не выполняют специальных расчетов защитных инженерных сооружений.

**Схему инженерной подготовки города** (рис. 2.1) проектируют на копии эскиза генерального плана, используя карту планировочных ограничений. При этом разрабатывают предложения по изменению планировочной структуры в целях повышения эффективности решений инженерной подготовки территорий.

Масштаб чертежей зависит от крупности населенного пункта. При двухстадийном проектировании инженерную подготовку и инженерное оборудование совмещают на одной схеме. На этой схеме показывают принципиальные решения по инженерной подготовке и оборудованию территории и инженерные сооружения, требующие выделения специальных площадей. Положение сооружений увязывают со всей системой оборудования населенных мест региона.

На второй стадии детализируют и углубляют разработки предыдущей. В пояснительной записке обосновывают только те решения, которые приняты на этой стадии. Здесь на схеме оконтуривают участки, требующие значительных объемов земляных работ, показывают способы и направление отвода дождевых и талых вод с территории застройки. В сложных природных условиях выделяют конкретные участки, требующие специальных мероприятий инженерной подготовки и намечают положение защитных сооружений.

Для малых городов схему инженерной подготовки разрабатывают с некоторыми элементами вертикальной планировки. В частности, на ней показывают также высотные отметки и продольные уклоны по улицам и дорогам. Одновременно намечают сеть и сооружения дождевой канализации, а в орошаемых районах — ирригационные сооружения.

**Схему инженерной подготовки в проектах детальной планировки** городского района выполняют на основе аналогичной схемы, разработанной на предыдущей стадии. Глубина проработки вопросов инженерной подготовки и масштаб схемы определяется конкретными

задачами, решаемыми на этой стадии с учетом особенностей природных условий. Здесь уже не ограничиваются технико-экономическими показателями, а производят расчеты основных защитных сооружений.



Рис. 2.1. Схемы:

а — инженерной подготовки территории города; б — природных условий территории; 1 — повышение отметок поверхности путем намыва или подсыпки; 2 — дамба; обвалования; 3 — заболоченные участки; 4 — регулирование русел малых рек и устройство мелиоративных каналов; 5 — трубчатый дренаж; 6 — насосные станции перекачки ливневых и дренажных вод; 7 — противооползневые устройства и берегоукрепление; 8 — противозрозийные сооружения; 9 — засыпка и благоустройство оврагов (условные обозначения для схемы б см. рис. 1.1)

Принятые на этой стадии проектные решения по инженерной подготовке служат основой для дальнейшей их *детальной разработки в проектах застройки*. Здесь решают конкретные задачи, возникающие при проведении тех или иных мероприятий, производят детальные расчеты защитных и других инженерных сооружений и разрабатывают рабочую документацию.

При проектировании мероприятий инженерной подготовки предусматривают комплексное решение проблемы преобразования природной среды. Отдельные мероприятия проводят не только на всей осваиваемой территории. Рубежи инженерного воздействия расширяют, совмещая их с границами влияния природных процессов.

В схемах инженерной подготовки поэтому реализуют принцип профилактики, т. е. определяют мероприятия не только на территориях, осваиваемых на первую очередь строительства, но и профилактические — на участках, застраиваемых позднее. На таких участках

в некоторых случаях может оказаться достаточным лишь организовать, например, поверхностный сток простейшей системой открытых лотков, чтобы предотвратить дальнейшее развитие эрозионных процессов и образование оврагов.

Мероприятия инженерной подготовки призваны преобразовывать негативные природные условия и улучшить позитивные. Обязательно при этом следует учитывать влияние проектируемых преобразований на окружающую среду.

## 2.2. Инженерное освоение территории и экология

Градостроительная деятельность людей направлена на создание комфортной для человека искусственной среды. Ее организуют, преобразовывая природу. В своей основе такая деятельность может и должна иметь благоприятные последствия: улучшение, например, гигиенических условий или повышение безопасности проживания. Вместе с тем такое преобразование может иметь отрицательные последствия, которые проявятся не только в процессе освоения территории, но и последующий период эксплуатации. Поэтому решение проблемы градостроительного воздействия на природу заключается в ее разумном преобразовании, рациональном изменении природных ресурсов при *одновременном* проведении природоохранных мероприятий.

При этом особенно важно предплановое прогнозирование состояния окружающей среды на основе использования генеральных схем размещения хозяйственных отраслей и территориальных производственных комплексов (см. рис. 1.1).

В советском градостроительстве этот принцип реализуют в соответствующей направленности оценки природных условий на всех стадиях градостроительного проектирования. Уже проводя инженерно-геологические изыскания, предусматривают охрану земель, растительности, фауны, поверхностных и подземных вод, предотвращают загрязненность воздушной среды.

В процессе градостроительного проектирования на всех его стадиях проводят анализ окружающей среды и разрабатывают рекомендации по охране природы, максимальному сохранению ценных природных комплексов и объектов, рациональному использованию природных ресурсов. Состояние окружающей среды — природной и градостроительной — анализируют, комплексно оценивая ряд факторов: степень загрязнения водоемов, почвенного покрова, атмосферного воздуха и прозрачности атмосферы, стабильность рельефа и почвенного покрова, шумовой режим и его спектральный анализ. Одновременно изучают биологическую продуктивность почв и растительного покрова, микроклиматический и гигиенический эффект природно-ландшафтных элементов территории и степень их поражения неблагоприятными инженерно-геологическими процессами.

Факторы изучают поэтапно. На первом оценивают существующее положение, на втором анализируют состояние окружающей среды на расчетный срок с учетом эффективности предусмотренных в генеральном плане технологических, планировочных и инженерных решений по улучшению и охране среды.

Очередность осуществления мероприятий на расчетный срок устанавливают с учетом данных изограмм максимальной концентрации населения на городской территории и последовательного совмещения этих изограмм со схемой комплексной оценки состояния окружающей городской среды на рассматриваемый период.

**Гарантией эффективности охраны окружающей среды** является соблюдение двух условий. Во-первых, долгосрочного прогнозирования экологического ее потенциала на базе всестороннего анализа природных факторов и возможного вреда, наносимого городом. Во-вторых, создания с учетом этого комплексной схемы преобразования природной среды и ее охраны, обязательно с разработкой профилактических, осуществляемых, например, в процессе проведения инженерной подготовки. Комплексное проектирование схемы инженерной подготовки позволяет всесторонне оценить степень влияния преобразующих среду мероприятий на изменение сложившегося экологического равновесия, предотвратить нежелательные изменения естественных процессов.

Прогнозированное, глубокое изучение исходных условий территории способно разрешить такие важные вопросы, как границы проведения инженерной подготовки и очередность ее выполнения. Здесь учитывают, что *инженерная подготовка должна распространяться на территорию в пределах сферы, влияния и воздействия тех или иных природных процессов*, проводиться последовательно и своевременно. Так, например, игнорирование предусмотренных проектом профилактических мероприятий за пределами первой очереди строительства может усугубить негативные процессы на территории второй очереди. В результате даже исходно благоприятные участки к моменту их освоения могут превратиться в неблагоприятные или особо неблагоприятные. В этих случаях экологический ущерб несоизмерим со сложностью и стоимостью профилактики.

### **2.3. Экономика инженерного освоения территорий**

Приведенной стоимостью освоения территорий оценивают совокупность единовременных и эксплуатационных затрат. Эти затраты зависят от природных особенностей территории, условий ее инженерного оборудования, компактности формы и размеров участка, уровня развития строительной базы и связи с различными видами транспортных коммуникаций. Однако одним из ведущих факторов являются природные характеристики осваиваемого участка. Это уклоны рельефа и высокий уровень стояния грунтовых вод, подверженность террито-

рии затоплению и заболоченности, наличие оврагов, оползней и подземных выработок, недостаточная несущая способность грунтов основания или наличие почв, непригодных для зеленых насаждений, и др. В зависимости от наличия одного или нескольких рассматриваемых факторов удельные затраты на освоение территории увеличиваются (табл. 2.1).

Таблица 2.1 \*

Характеристика природных условий	Увеличение затрат по селитебной зоне, %	
	эксплуатационных	единовременных (строительных)
Уклоны поверхности, %: 5...8	2...9	2...6
8...10	5...10	4...7
Высокий уровень грунтовых вод	2...5	0,6...2,6
Подверженность территории подтоплению и затоплению (при соотношении протяженности дамбы и глубины защищаемой территории 1 : 2)	0,5...0,6	1...1,5
Заболоченные территории с грунтовым питанием болотных вод	2,5	0,4...2
Наличие оврагов	—	20...43
Наличие оползней	10...55	20...430**
Наличие сейсмических явлений интенсивностью 7...9 баллов	—	4...12
Недостающая несущая способность грунтов	—	3...8
Наличие почв, использование которых для зеленых насаждений требует замены их более чем на 50 %	—	0,5...0,9
Наличие подземных выработок	—	4...8
Наличие в пределах городской среды черты неиспользуемых территорий в пределах 15...30 % от общей площади	0,5...3,0	0,3...1,4
Наличие естественных препятствий, приводящих к вытянутому положению застройки, при соотношении сторон территории 1 : 4...1 : 9	4...9	1,3...3,5

\* По данным [8].

\*\* Значительное колебание величины единовременных затрат объясняется различными типами оползней.

Снижение затрат на освоение может быть достигнуто выбором оптимального варианта размещения функциональных зон города. Выбор обосновывают технико-экономическим сравнением возможных вари-



антов по всем градостроительным показателям, в том числе таким, которыми оценивают мероприятия по инженерной подготовке. На стадии проектирования схемы решения обосновывают по укрупненным технико-экономическим показателям. Сведения о затратах на общие и некоторые специальные мероприятия инженерной подготовки приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2\*

Наименование мероприятий	Стоимость мероприятий, тыс. руб.
Общие	
Вертикальная планировка территории:	
уклоны рельефа 0,5...8 % при условии сохранения 40...60 % территории с естественным рельефом, руб/га	0,5...1,5
уклоны рельефа 8...15 % при условии сохранения 20...40 % территории с естественным рельефом, руб/га	1,0...4
уклоны рельефа более 15 % и плоский рельеф с бессточными котловинами при условии сохранения менее 20 % территории с естественным рельефом, руб/га	25 и более
водоотвод с использованием закрытой системы при диаметрах труб в пределах 0,3... 1,6 м, руб/м	22...160**
Специальные	
Защита территории от подтопления подземными водами с использованием:	
систематического и кольцевого дренажа при водопонижении до 3 м, руб/га	2,5...4,0
головного и берегового дренажа глубокого заложения при значительном водопонижении, руб/км	50...150
Защита территорий от затопления с использованием:	
дамб обвалования, руб/га	4...10
повышения поверхности территории намывом, руб/га	15...35
подсыпка грунта, руб/га	20...45
устройства набережных капитального типа с подпорными стенками высотой от 3 до 7 м, руб/км	350...1200
Борьба с оврагообразованием:	
ликвидация оврагов засыпкой или замывом, руб/га	70...150
частичная ликвидация оврагов с закреплением дна и вершин, руб/га	20...60
благоустройство, озеленение оврагов с закреплением дна и вершин, руб/га	10...20
ликвидация глубоких рытвин, промоин, руб/га	3...10