

Т. И. Хаметов

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ

*Учебное пособие*

Москва Вологда  
«Инфра-Инженерия»  
2021

УДК 528.48:69(075.8)  
ББК 38.115я73  
Х18

Рецензенты:

*Баранов В. Н.*, доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой геодезии и геоинформатики  
Московского государственного университета по землеустройству;  
*Ильин Д. Ю.*, главный геодезист Пензенского треста  
инженерно-строительных изысканий (ТИСИЗ)

**Хаметов, Т. И.**

**Х18** Инженерно-геодезическое сопровождение строительства и эксплуата-  
ции зданий, сооружений : учебное пособие / Т. И. Хаметов. – Москва ; Во-  
логда : Инфра-Инженерия, 2021. – 296 с. : ил.  
ISBN 978-5-9729-0659-8

Изложено содержание инженерно-геодезических работ при изыска-  
ниях, проектировании, строительстве и эксплуатации гражданских и про-  
мышленных зданий, сооружений. Рассмотрены вопросы организации геоде-  
зических работ в строительстве, геодезического сопровождения проектно-  
изыскательских работ, перенесения на местность проектов строительства,  
возведения подземной и надземной частей здания, инженерных коммуника-  
ций и производства исполнительных съемок. Приведены методы инструмен-  
тального наблюдения за деформациями и методы инженерной оценки экс-  
плуатационных качеств зданий, сооружений.

Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Строи-  
тельство» и «Прикладная геодезия», а также для специалистов, выполняю-  
щих инженерно-геодезические работы в строительстве, и инженеров по экс-  
плуатации зданий и сооружений.

УДК 528.48:69(075.8)  
ББК 38.115я73

ISBN 978-5-9729-0659-8

© Хаметов Т. И., 2021  
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2021  
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	7
ВВЕДЕНИЕ .....	8
Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	9
1.1. Виды и состав геодезических работ .....	9
1.2. Организация обслуживания геодезических работ .....	11
1.3. Геодезические работы, выполняемые линейными ИТР .....	14
1.4. Нормативная и проектная документация для выполнения геодезических работ .....	16
1.5. Техника безопасности при выполнении геодезических работ на стройплощадке .....	17
Вопросы для самоконтроля знаний .....	20
Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ .....	22
2.1. Состав и содержание проектно-изыскательских работ .....	22
2.2. Инженерно-геодезические изыскания .....	23
2.3. Инженерно-геодезические изыскания трассы линейных сооружений .....	26
2.3.1. Определение главных точек и элементов круговых кривых .....	30
2.3.2. Нивелирование трассы .....	34
2.3.3. Построение продольного и проектного профилей автодороги .....	40
2.3.4. Детальная разбивка круговых кривых .....	46
2.4. Генплан и его геодезическая основа .....	49
2.5. Методы подготовки данных для перенесения на местность проекта зданий и сооружений .....	51
2.6. Вертикальная планировка строительной площадки .....	54
Вопросы для самоконтроля знаний .....	57
Глава 3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПЕРЕНЕСЕНИЯ НА МЕСТНОСТЬ ПРОЕКТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	59
3.1. Создание геодезической разбивочной основы .....	59
3.2. Сущность, этапы и точность перенесения проекта .....	64

3.3. Перенесение горизонтального угла .....	66
3.4. Перенесение проектной длины линии .....	67
3.5. Перенесение проектной отметки .....	69
3.6 Перенесение точек проекта с использованием электронного тахеометра .....	72
3.7. Перенесение линии и плоскости с проектным уклоном .....	76
3.8. Перенесение главных и основных осей .....	78
3.9. Способы и точность перенесения осей .....	80
Вопросы для самоконтроля знаний .....	87
<b>Глава 4. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	
<b>88</b>	
4.1. Этапы и точность детальной разбивки .....	88
4.2. Устройство обноски и закрепление осей .....	90
4.3. Устройство котлованов .....	93
4.4. Определение объема грунта при разработке котлована .....	96
4.5. Устройство фундаментов .....	98
4.6. Устройство наземных подкрановых путей .....	105
4.7. Устройство подвальной части здания .....	106
4.8. Знаки закрепления разбивочных сетей .....	107
Вопросы для самоконтроля знаний .....	108
<b>Глава 5. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	
<b>109</b>	
5.1. Построение разбивочной сети на исходном и монтажном горизонтах .....	109
5.2. Способы перенесения осей на монтажные горизонты .....	111
5.3. Детальные разбивочные работы .....	115
5.4. Монтаж панельных и блочных зданий .....	118
5.5. Монтаж каркасных зданий .....	121
5.6. Устройство надземных подкрановых путей .....	126
5.7. Возведение зданий из кирпича .....	128
5.8. Возведение монолитных зданий .....	131
5.9. Возведение сооружений башенного типа .....	134
5.10. Монтаж технологического оборудования .....	136
Вопросы для самоконтроля знаний .....	138

Глава 6. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ .....	140
6.1. Состав геодезических работ .....	140
6.2. Перенесение на местность проекта подземных коммуникаций .....	141
6.3. Контроль устройства траншей .....	144
6.4. Контроль укладки труб в траншеи .....	146
Вопросы для самоконтроля знаний .....	149
Глава 7. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СЪЁМКИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	150
7.1. Назначение и содержание исполнительных съёмок .....	150
7.2. Состав схем исполнительных съёмок .....	152
7.3. Исполнительная съёмка инженерных коммуникаций .....	157
7.4. Исполнительная документация .....	160
7.5. Исполнительный генеральный план .....	161
Вопросы для самоконтроля знаний .....	163
Глава 8. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	164
8.1. Общие сведения о деформациях .....	164
8.2. Состав процесса наблюдения за деформациями .....	165
8.3. Размещение и закрепление геодезических знаков для наблюдения за осадками .....	166
8.4. Периодичность и точность измерения деформаций .....	170
8.5. Методы измерения деформаций .....	172
8.6. Измерение осадки методом геометрического нивелирования .....	174
8.7. Наблюдения за трещинами .....	177
8.8. Измерение осадки методом гидростатического нивелирования .....	179
8.9. Наблюдения за горизонтальными смещениями зданий и сооружений .....	181
8.10. Измерение кренов зданий и сооружений .....	186
8.11. Измерение деформаций фотограмметрическим методом .....	189
Вопросы для самоконтроля знаний .....	292
Глава 9. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....	193
9.1. Состав и содержание геодезических работ .....	193
9.2. Способы геодезического обмера зданий .....	194
9.3. Измерение вертикальности стен .....	196

9.4. Определение размеров недоступных элементов зданий, сооружений .....	198
9.5. Измерение геометрических параметров каркаса здания .....	202
9.6. Контроль состояния геометрических параметров подкрановых путей грузоподъемных кранов на рельсовом ходу .....	206
9.6.1. Требования к состоянию геометрических параметров наземных и надземных подкрановых путей .....	206
9.6.2. Определение ширины колеи рельсовых путей .....	210
9.6.3. Определение непрямолинейности рельсовых путей .....	217
9.6.4. Измерения взаимных смещений осей рельсовых путей и подкрановых балок .....	222
9.6.5. Высотная съемка подкрановых конструкций .....	225
9.7. Определение крена дымовых труб .....	234
Вопросы для самоконтроля знаний .....	241
<b>Глава 10. СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВО, ПОВЕРКИ И РАБОТА С НИМИ .....</b>	<b>242</b>
10.1. Приборы вертикального проектирования .....	242
10.2. Лазерные и электронные теодолиты .....	243
10.2.1. Лазерные теодолиты .....	243
10.2.2. Электронные теодолиты .....	246
10.3. Электронные тахеометры .....	250
10.3.1. Поверки и юстировки электронного тахеометра .....	255
10.4. Лазерные и цифровые нивелиры .....	264
10.4.1. Лазерные нивелиры .....	264
10.4.2. Цифровые нивелиры .....	269
10.5. Нивелирные рейки и их исследования .....	273
10.6. Контроль работы индуктивного трубокабелеискателя .....	275
10.7. Порядок обращения с геодезическими приборами .....	276
Вопросы для самоконтроля знаний .....	277
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>279</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>281</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие подготовлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров, специалистов и магистров по направлениям «Строительство» и «Прикладная геодезия».

Содержание учебного пособия широко и углубленно рассматривает вопросы производства инженерно-геодезических работ в строительстве в тесной связи с его технологией, а также вопросы геодезического сопровождения основных работ по контролю состояния зданий и сооружений в процессе их эксплуатации. После каждого раздела приведены контрольные вопросы для самостоятельной проверки знаний. Учебное пособие предназначено для использования студентами строительных вузов при изучении дисциплин, связанных с геодезическими работами при строительстве и эксплуатации зданий, сооружений. Наряду со студентами очной и заочной форм обучения учебное пособие может быть использовано линейными инженерно-техническими работниками, инженерами по эксплуатации зданий и сооружений.

В результате изучения содержания учебного пособия студенты должны:

1. Знать состав и технологию инженерно-геодезических работ, выполняемых на всех стадиях строительства и эксплуатации объектов.
2. Уметь квалифицированно ставить перед соответствующими службами конкретные задачи геодезического обеспечения инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений. Использовать современные приборы и технологии выполнения инженерно-геодезических задач на стройплощадке.
3. Владеть навыками геодезических измерений при выполнении разбивочных работ, исполнительных съёмок строительного-монтажных работ, инструментальных наблюдений за деформациями зданий и сооружений, а также использования топографо-геодезических материалов для решения инженерных задач.

Учебное пособие состоит из десяти разделов, в которых рассмотрены вопросы инженерно-геодезического сопровождения основных видов работ выполняемых при строительстве зданий и сооружений, включая проектно-изыскательские, строительного-монтажные, исполнительные съёмки, инструментальные наблюдения за деформациями зданий и сооружений, а также инженерную оценку их эксплуатационных качеств. Особое внимание уделено современным геодезическим приборам и их применению в строительстве.

## ВВЕДЕНИЕ

В отличие от высшей геодезии, геодезии или топографии, занимающихся соответственно определением фигуры и размеров всей земли, её координат и высот в единой системе, а также измерением и изображением на планах, картах земной поверхности относительных высот и вертикальных разрезов, прикладной (инженерной) геодезии отводится особое место. Применительно к сфере капитального строительства и эксплуатации его объектов в прикладной геодезии рассматриваются вопросы инженерно-геодезического обеспечения при инженерных изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации зданий, сооружений и их технологического оборудования, при инструментальном наблюдении за горизонтальными и вертикальными смещениями, кренами зданий и инженерных сооружений.

Экономическая эффективность капитальных вложений находится в прямой зависимости от качества, сметной стоимости и сроков строительства зданий, сооружений. На эти технико-экономические показатели большое влияние оказывает состояние геодезического сопровождения строительства, в задачи которого входят достижение требуемой точности геометрических параметров возводимых объектов, проведение контрольных измерений для установления ошибок при выполнении строительно-монтажных работ и предупреждения недопустимых отклонений от проекта. От уровня решения этих задач во многом зависят прочность, долговечность конструкций и технологического оборудования зданий, сооружений. Поэтому инженер-строитель должен владеть глубокими знаниями по инженерной геодезии и иметь достаточную подготовку в вопросах инженерно-геодезического сопровождения проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений.



# Глава 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## 1.1. Виды и состав геодезических работ

Инженерно-геодезические работы представляют собой комплекс измерений, вычислений и построений в чертежах и натуре, обеспечивающих правильное и точное размещение зданий и сооружений, а также возведение их конструктивных и планировочных элементов в соответствии с геометрическими параметрами проекта и требованиями нормативных документов. Работы являются составной частью процесса строительного проектирования и производства. Отсюда следует, что их содержание и технологическая последовательность должны определяться этапами и технологией основного производства. Геодезические работы в строительстве выполняются в определенном объеме и с указанной точностью, которые обеспечивают при размещении и возведении объектов строительства соответствие геометрических параметров проектной документации требованиям строительных норм и правил. Работы разделяются на следующие основные виды: съемочные, трассировочные, разбивочные, а также исполнительные съемки, наблюдения за деформациями объектов строительства.

**Съемочные и трассировочные** работы предшествуют проектированию строительства и проводятся в период инженерных изысканий.

**Разбивочные** работы ведутся непосредственно в период строительства и предназначаются для выноса проекта на местность осей и точек зданий, сооружений.

**Исполнительные съемки** осуществляются в процессе строительства и при его завершении с целью контроля за выполнением и качеством строительно-монтажных работ, а также составления нового плана застроенной местности.

**Наблюдения за деформациями** объектов строительства проводятся с начала их возведения и до окончания строительства и, при необходимости, продолжаются в период эксплуатации. При выборе площадки под строительство геодезические работы предусматривают сбор, анализ и обобщение материалов, необходимых для проектирования. Кроме того, для особо сложных физико-геологических процессов и крупных прецизионных сооружений иногда организуют геодезические наблюдения за деформациями земной поверхности.

Для строительства выполняют непосредственно топографо-геодезические изыскания и обеспечивают в геодезическом отношении другие виды изысканий. При изготовлении строительных конструкций ведется контроль за соблюдением геометрических параметров формирующего оборудования и прово-

дится статистический контроль геометрических параметров строительных конструкций.

В состав геодезических работ, выполняемых непосредственно на строительной площадке, входят:

- создание геодезической разбивочной основы для строительства, включающей построение разбивочной сети строительной площадки и вынос в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений, магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, а также для монтажа технологического оборудования;
- разбивка внутривозвращенных, кроме магистральных, линейных сооружений или их частей, временных зданий (сооружений);
- создание внутренней разбивочной сети зданий (сооружений) на исходном и монтажном горизонтах и разбивочной сети для монтажа технологического оборудования, если это предусмотрено в проекте производства геодезических работ или в проекте производства работ, а также производство детальных разбивочных работ;
- геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки законченных объектов или их отдельных частей с составлением исполнительной геодезической документации;
- геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора.

Указанные выше геодезические работы являются необходимой частью технологии строительно-монтажных работ и осуществляются по единому графику, увязанному со сроками выполнения процесса строительного производства и специальных работ. По окончании строительства составляют технический отчет о результатах выполненных в процессе строительства геодезических работ и составляют исполнительный генеральный план.

Создание геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические измерения деформаций зданий (сооружений) и их частей в процессе строительства выполняет заказчик. В обязанность подрядчика входит производство геодезических работ в процессе строительства, геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки.

Для крупных и сложных объектов и зданий выше 9 этажей разрабатываются проекты производства геодезических работ (ППГР) в порядке, установленном для разработки проектов производства работ (ППР). ППГР могут разрабатывать как подрядчик, так и специализированные проектные организации (по заданию заказчика).

До начала выполнения геодезических работ на строительной площадке рабочие чертежи, используемые при разбивочных работах, должны быть про-

верены в части взаимной увязки размеров, координат и отметок и разрешены к производству техническим надзором заказчика.

Геодезические работы следует выполнять средствами измерений необходимой точности. Геодезические приборы должны быть поверены и отъюстированы в установленном порядке. Поверка должна регулярно проводиться перед началом работ.

К геодезическим работам приступают после предусмотренных проектной документацией расчистки территории, освобождения ее от строений, подлежащих сносу, и вертикальной планировки.

## **1.2. Организация обслуживания геодезических работ**

Геодезическое сопровождение проектно-изыскательских работ и строительства зданий, сооружений осуществляется в следующем порядке.

На этапе проектно-изыскательских работ геодезическое обслуживание на территории города проводится отделом при главном архитекторе города.

Геодезический отдел выполняет следующие работы:

- составляет план застройки объектов и расположения подземных коммуникаций;
- выдает разрешения на топографо-геодезические работы и инженерно-геологические изыскания на территории застройки, а также ведет планирование, учет и приемку этих работ;
- осуществляет регистрацию, хранение топографо-геодезических и инженерно-геологических материалов;
- следит за сохранностью геодезических знаков;
- отводит земельные участки, выносит в натуру красные линии застройки.

Обеспечение топографо-геодезическими материалами осуществляется геодезической службой при отделе инженерных изысканий проектной организации, а также трестами инженерно-строительных изысканий, где отделы (топографо-геодезический, инженерной геологии и т.п.) специализируются по видам выполняемых работ или по комплексу всех изыскательских работ по видам строительства.

На этапе строительства выполнение геодезических работ осуществляется геодезической службой, возглавляемой главным геодезистом. В крупных строительных организациях эта геодезическая служба осуществляет руководство и контроль за работой геодезических служб строительных организаций, разрабатывает нормативные документы по геодезическим работам, организует повышение квалификации кадров геодезистов.

**Основной задачей** геодезической службы в строительных организациях является проведение комплекса работ, обеспечивающих точное соответствие

положения возводимых конструкций, зданий, сооружений и технологического оборудования проекту.

#### **Геодезической службой осуществляются:**

- приемка от заказчика топографо-геодезической документации на объекты строительства, документации закрепленных на строительной площадке опорных сетей, главных осей зданий, инженерных коммуникаций и строительной сетки;
- приемка генпланов, стройгенпланов, рабочих и разбивочных чертежей объектов с проверкой геометрических размеров, координат и высотных отметок;
- согласование ППР и ППГР для объектов, по которым эти чертежи выполнены проектными организациями;
- при необходимости развитие опорной геодезической сети и строительной сетки для стройплощадки, выполненных заказчиком;
- обеспечение сохранности, восстановления геодезических пунктов и знаков в период строительства, а также замены их при утрате с определением нового планово-высотного положения на стройплощадке;
- производство геодезических разбивочных работ и расчет необходимой точности геодезических измерений, выполняемых на всех стадиях строительства;
- геодезический контроль за соблюдением строительных норм и правил (СНиП) в процессе строительства;
- геодезическое наблюдение за деформацией зданий и сооружений с начала строительства (при необходимости);
- составление технических отчетов о выполненных геодезических работах за время строительства;
- исполнительные съемки законченных строительных объектов или их отдельных частей, а также участие в приемке актов на скрытые работы, определение объемов земляных работ и проведение контрольных измерений.

В строительных организациях с большим объемом строительных и монтажных работ, а следовательно, и геодезических работ, штаты геодезических служб определяются исходя из объемов работ, степени сложности строящегося объекта и характера геодезических работ. Геодезическая служба в таких строительных организациях состоит из главного геодезиста и нескольких исполнителей геодезических работ. Подчиняются работниками геодезической службы главному инженеру строительной организации. В крупных трестах и объединениях создают геодезические отделы или группы, состоящие из нескольких десятков человек, возглавляемые главным геодезистом.

В специализированных управлениях и организациях, где объем строительных и монтажных работ, а следовательно, и геодезических работ относи-

тельно невелик, назначают ответственных лиц из числа ИТР, которые организуют своевременное геодезическое обеспечение строительных работ.

В обязанности главного геодезиста входят обобщение материалов о состоянии геодезической службы и разработка мероприятий по ее совершенствованию; контроль работы геодезических служб подведомственных организаций; информирование руководства строительной организации о необходимости приостановления строительно-монтажных работ в связи с обнаружением брака; участие в комиссиях по расследованию причин аварий на строительных объектах по вопросам, входящим в его компетенцию.

Старшие геодезисты и геодезисты (исполнители геодезических работ) строительных управлений и промышленных предприятий должны знать техническую документацию, необходимую для производства геодезических работ, вести журнал геодезического контроля и сообщать линейному персоналу строительства о результатах контроля.

Старшие геодезисты и геодезисты должны:

- вести исполнительную документацию, необходимую для сдачи объекта в эксплуатацию;
- выносить и контролировать положение осей;
- проверять устанавливаемую опалубку и наносить на ней осевые метки;
- делать запись в журнале производства строительно-монтажных работ, дающую право на их продолжение;
- периодически контролировать разбивочные и замерные работы, выполняемые линейным инженерно-техническим персоналом;
- следить за исправностью геодезических приборов, производить поверки и юстировки;
- инструктировать рабочих геодезической службы и линейный персонал управления по вопросам геодезического обслуживания.

Геодезическая служба строительной организации несет ответственность за установленный порядок и соблюдение точности разбивочных геодезических работ, выполняемых на строительных участках. Поэтому наиболее ответственные работы по геодезическому обеспечению строительства выполняют работники геодезической службы. К этим работам относятся: разбивка осей сооружений и зданий, создание внутренней разбивочной сети; передача осей и высот на монтажные горизонты; производство исполнительных съемок и ведение геодезической документации. Однако выполнение функций работниками геодезической службы не снимает с линейного персонала строительно-монтажных организаций их ответственности за качество выполнения работ, простых детальных разбивок, проверочных нивелировок, замеров объемов выполненных работ.

Администрация строительной организации должна обеспечивать геодезическую службу приборами и оборудованием, инвентарем и транспортными средствами, а также помещениями для проведения камеральных работ и хранения приборов и документации.

В зависимости от сложности и объема строящихся объектов на практике сложились различные формы организации их геодезического обслуживания.

При строительстве сложных объектов геодезические работы выполняет субподрядная геодезическая организация или специально созданная геодезическая группа. При этом подрядная организация утверждает планы и сметы на геодезические работы, контролирует ход этих работ (в промышленном строительстве), а также выполняет менее сложные геодезические работы.

При каркасно-панельном строительстве наиболее сложные геодезические работы проводятся силами геодезической организации или геодезической группы, менее сложные – техником-геодезистом.

Контрольная геодезическая съемка при приемке строительных работ выполняется заказчиком, осуществляющим общий технический надзор за строительством, или проектной организацией (по поручению заказчика) за счет средств, отведенных на технический надзор.

За правильностью выполнения геодезических работ при проектировании и строительстве зданий, сооружений ведется государственный технический надзор. Он осуществляется силами территориальных инспекций, в задачу которых по части строительства входит контроль за выполнением, качеством и стоимостью геодезических работ; выдача геодезических данных и сведений; осуществление приемки законченных геодезических и картографических работ; аттестация геодезических приборов, инструментов и контроль за использованием их в производстве геодезических работ.

### **1.3. Геодезические работы, выполняемые линейными ИТР**

Непосредственно на строительных участках типовую, несложную детальную разбивку и геодезическое сопровождение отдельных строительномонтажных работ с соблюдением установленной точности выполняют прорабы и мастера под контролем инженера или техника-геодезиста в отдельных случаях (в зависимости от сложности).

На линейный персонал, прорабов и мастеров, возлагаются следующие обязанности:

- обеспечение геодезическими приборами и инструментами, инвентарем и транспортом, а также помещениями для проведения камеральных работ и хранения приборов, инструментов и документов;
- обеспечение в пределах строительной площадки сохранности принятых знаков геодезической планово-высотной основы, в том числе главных и основных осей зданий, инженерных сооружений, строительной сетки, а также постоянных знаков пунктов рабочей планово-высотной основы;
- передача заказчику по акту комплекта исполнительной геодезической документации.

В соответствии со «Сборником примерных положений о должностях линейных инженерно-технических работников строительного производства» старший прораб должен знать порядок организации и производства геодезических работ, прораб – порядок организации и производства геодезических работ на участке, мастер – правила работы с геодезическими приборами, а также уметь производить необходимые разбивочные и замерные работы. Бригадир должен уметь пользоваться метром, рулеткой, уровнем и отвесом. Лица линейного инженерно-технического персонала должны выполнять следующие виды работ:

- приемку по акту от геодезистов управления закрепленных в натуре осей зданий, сооружений, трасс и т. д.;
- устройство обносок, их ремонт или восстановление;
- выборочную проверку геометрических размеров и форм строительных конструкций;
- контроль установки шаблонов, откосников, направляющих по отметкам и осям, вынесенным в натуру геодезистом;
- контроль, установку и предварительную проверку опалубки по вынесенным осям и отметкам;
- разбивку анкеров от осей, нанесенных на опалубке;
- предварительную проверку блоков и металлоконструкций, подготавливаемых к бетонированию перед окончательной геодезической выверкой;
- определение объемов земляных, бетонных и других работ, предъявляемых к оплате;
- нивелировку для проверки горизонтальности кирпичной кладки, фундаментных блоков, ригелей, балок;
- установку маяков и выравнивание дна фундаментов стаканного типа по отметкам, вынесенным геодезистом;
- установку (по указанию ИТР геодезической службы) закладных металлических частей в фундаменте для нанесения осей и отметок;
- предварительную установку колонн в плане, по высоте и вертикали;
- выверку строительных конструкций непосредственно в процессе монтажа;
- нанесение на колонны, балки, фермы и другие конструкции осевых рисков и отметок в местах, указанных геодезистом;
- наблюдение за сохранностью закрепленных в натуре осевых рисков и высотных отметок.

Производители работ и мастера не имеют права приступать к строительно-монтажным работам до выполнения геодезических разбивок, оформленных соответствующим актом. Акт разбивки, утвержденный главным инженером, является разрешением на производство строительно-монтажных работ. Запрещается производить работы, препятствующие геодезическому контролю

ранее выполненных работ (засыпку траншей коммуникаций, котлованов фундаментов, кабельных траншей и т. п.).

#### **1.4. Нормативная и проектная документация для выполнения геодезических работ**

Геодезические работы регламентируются тремя основными документами. СНиП 3.01.03–84 «Геодезические работы в строительстве» [7] содержат требования к геодезической разбивочной основе, разбивочным работам, контролю точности выполнения строительного-монтажных работ, а также определяют условия обеспечения точности геодезических измерений. СНиП 11-02–96 «Инженерные изыскания для строительства» [5] и СП 11-104–97 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» [8] регламентируют производство всего комплекса геодезических работ при инженерно-геодезических изысканиях. Во многих СНиПах, относящихся к различным видам проектных и строительных работ, имеются разделы, определяющие требования к точности геодезических разбивок и построения разбивочной геодезической основы.

Геодезические работы в строительстве могут быть регламентированы местными и ведомственными строительными нормами. Используются также нормативная и инструктивная документация Федеральной службы геодезии и картографии России. Всего используется свыше 25 общероссийских стандартов и СНиПов, где приведены нормы и правила геодезических работ.

Строительство зданий и сооружений осуществляется по проектам. Основным проектным документом, отражающим принципы организации будущего строительства, является генеральный план (генплан) застройки участка местности, на котором показаны взаимное расположение зданий, сооружений и инженерных сетей, объекты благоустройства и озеленения. Топографический план территории, фиксирующий положение зданий и сооружений, а также рельефа местности после окончания строительства, называют исполнительным генпланом.

Кроме генпланов, для выполнения разбивочных работ, связанных с перенесением проектируемых объектов на местность, при проведении работ по вертикальной планировке и благоустройству территории застройки используются разбивочные чертежи. Они составляются на основе генплана с учетом размещения пунктов геодезической основы на строительной площадке и содержат значения горизонтальных углов и расстояний, необходимые для перенесения на местность той или иной точки, линии, плоскости.

Для осуществления детальной разбивки зданий, сооружений, а также для решения других вопросов, связанных с выполнением геодезических работ на строительной площадке, используются рабочие чертежи. Они представляют собой крупномасштабные и вертикальные разрезы зданий, сооружений.



К основным рабочим чертежам, используемым при геодезических работах, относятся заглавный лист проекта, план разбивки главных или основных осей, план фундаментов зданий, сооружений, площадок под оборудование, вертикальные разрезы, чертежи на монтажные работы и технологическое оборудование.

Наряду с основной характеристикой архитектурно-планировочного решения в заглавном листе проекта содержатся данные по плано-высотной геодезической привязке объекта, связи абсолютных отметок с условными, а также указана условная нулевая отметка (уровень пола 1-го этажа).

На плане разбивки главных или основных осей здания или сооружения показаны главные оси, продольные и поперечные основные оси, характеризующие габариты строящегося объекта, указаны координаты пересечения осей, а также координаты углов поворота дорог, опор линий электропередачи, колодцев подземных инженерных сетей.

На плане фундаментов здания, сооружения представлены все разбивочные оси с привязками к ним отдельных частей фундамента, его габариты и отметки верхнего обреза, глубина заложения в грунте, расстояние между осями.

На плане фундаментов под оборудование изображены: расположение осей фундаментов под оборудование, размеры и глубина их заложения с привязкой к основным осям здания, сооружения, а также разбивочные данные закладных деталей и выпуски анкерных болтов.

На вертикальных разрезах здания, сооружения показаны: глубина заложения фундаментов, габариты и отметки оконных и дверных проемов, а также конструкций и отдельных элементов здания, сооружения.

Монтажные чертежи технологического оборудования используются для выполнения точных геодезических разбивок основных и вспомогательных осей, а также для выноса проектных отметок.

В состав проектной документации, кроме перечисленных выше материалов, входит ряд других документов. Например, чертежи по выносу в натуру проекта вертикальной планировки (картограмма земляных масс и т. п.). При строительстве крупных и сложных объектов, а также многоэтажных крупнопанельных зданий обязательно наличие проекта производства геодезических работ (ППГР).

## **1.5. Техника безопасности при выполнении геодезических работ на стройплощадке**

При производстве геодезических работ на стройплощадке необходимо соблюдение требований норм и правил по технике безопасности, изложенных в СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве» (гл. 2 «Строительное производство») и ведомственных инструкциях. К выполнению геодезических работ допускаются лица, прошедшие инструктаж, оформленный приказом по строительной организации.

При выполнении геодезических работ на строительных площадках прежде всего соблюдаются общие правила техники безопасности строительства. На строительных площадках устанавливают знаки безопасности и надписи около опасных зон, где действуют или могут возникнуть опасные производственные факторы, например «Зона работы крана», «Открытые проемы» и т. д. К таким зонам относятся: пространство вблизи неизолированных токоведущих частей электроустановок; места передвижения машин, хранения вредных веществ; территория, над которой перемещают грузы грузоподъемными кранами, где работает оборудование с вращающимися рабочими органами и ведутся сварочные работы. Строящиеся здания и сооружения ограждают заборами и козырьками.

Опасность получения травмы или увечья определяется в зависимости от условий рабочего места лица, производящего геодезические работы. При работе на проезжей части дороги с интенсивным движением транспорта и работе на стройплощадке с большим числом работающих механизмов назначают наблюдателя-рабочего. По проезжей части дороги разрешается ходить только у кромки тротуара навстречу движущемуся транспорту – в таком направлении и ведутся измерения в ходах. Запрещается оставлять геодезические приборы без надзора на проезжих частях улиц и дорог, стройплощадке. На земляных работах при рытье глубокого котлована необходимо следить за крутизной откосов и правильным креплением стенок, избегать подкопов.

Запрещается производить геодезические работы с установкой прибора: рядом с экскаватором во время его работы или под стрелой; на краю котлована с крутыми откосами, а также на краю неглубокого котлована, в месте выемки грунта экскаватором, во избежание обвала; под нависшим грунтом (козырьком) или непосредственно на нем.

Запрещается размещать оси и другие ориентиры на элементах конструкций во время их подъема, перемещения или в подвешенном состоянии. Нельзя оставлять геодезические приборы и принадлежности без присмотра на монтажном горизонте во время перерыва в работе. Геодезические приборы переносят только в упаковочных ящиках, а штативы – в сложенном виде.

В зимнее время при обогреве грунта и бетона электропрогревом геодезические измерения следует производить вне таких участков, предупреждая возможность поражения электрическим током из-за касания измерительного прибора к арматуре, находящейся под напряжением. В местах, где выполняется электросварка арматуры или имеются токоведущие линии, выполнять геодезические измерения запрещено. При необходимости, электролинию следует на время измерений отключить.

Высоту подвесных проводов линий электропередачи, электроподстанций определяют аналитическим путем, не касаясь проводов рейками, рулетками, вешками. Рейки, вешки и другие предметы, применяемые для измерений, не разрешается подносить ближе, чем на 2 м к электропроводам, в том числе контактными на железных дорогах и трамвайных линиях.

При закладке временных кольев, штырей и других знаков их верхнюю часть забивают вровень с поверхностью земли, а их длина не должна быть более 15 см.

При разбивке монолитных фундаментов и исполнительной съемке опалубки и закладных деталей фундаментов не разрешается ходить по арматуре, переходить с опалубки на опалубку по распоркам во избежание несчастных случаев. При необходимости следует устраивать переходные мостики или настилы. Запрещается вести разбивочные работы на опалубке в дождливое время.

Для подсвечивания визирных целей теодолитов, шкалы нивелирной рейки и непосредственно прибора следует использовать только шахтерские или карманные электрические фонари, а также переносные лампы. Возможно применение электроламп при наличии у работающих резиновых перчаток и обуви.

При перемещении с приборами на строящемся объекте следует пользоваться только закрепленными стремянками и лестницами с исправными ступеньками. Следует избегать передвижения по лестницам, ступеньки которых не очищены от грязи, снега и льда. Запрещается передвигаться по конструкции, перемышкам, перегородкам и стенам.

Геодезический контроль монтажа внутри многоэтажного здания должен производиться с мест, защищенных настилами с козырьками. Для подъема геодезистов на высоту следует использовать шахтные подъемники, лифты, а где их нет – применять подвесные, навесные, и передвижные лестницы с ограждениями и площадками.

Переходы с приборами и инструментами от колонны к колонне, с ригеля на ригель допускаются только по удобным подмостям или переносным мостикам. При работе в опасных местах исполнитель должен привязывать себя страховочным поясом за прочно закрепленную конструкцию. При работе на высоте с установкой прибора на панель или ригель для исполнителя должны устраиваться площадки или люлька. Во время сварочных работ измерения на металлических балках и ригелях проводить запрещается.

При работе на монтажном горизонте все проемы и отверстия должны быть закрыты. При передаче точек плановой основы на последующие этажи здания методом вертикального проектирования отверстия в перекрытиях должны быть снабжены рассеивателями.

При контроле монтажа несущего каркаса прибор должен устанавливаться не ближе полуторной высоты от монтируемой конструкции.

Выполняя работы на первых этажах здания и вблизи его стен, следует устраивать защитные приспособления, предохраняющие исполнителей от падающих сверху предметов и материалов.

Запрещается производить геодезические работы в опасных зонах: вблизи погрузочно-разгрузочных работ, подачи материалов и конструкций подъемными кранами; запрещается ходить по подкрановым балкам при измерениях и рихтовке рельсовых путей. При этом в местах установки прибора должны быть устроены площадки с ограждением и прочной лестницей.

Съемка существующих подземных коммуникаций, как правило, связана с их обследованием. При обследовании снимают крышки колодцев и ставят около них треногу со знаком «Опасность».

При исполнительной съемке, нивелировании водопроводных и канализационных колодцев, измерениях рулеткой или установке рейки внутри колодцев необходимо убедиться в отсутствии в них скоплений опасного для жизни газа. Поэтому перед спуском людей в колодец опускают в него шахтерскую лампу. Если в колодце есть метан, лампа гаснет или сильно уменьшает силу света, а при наличии светильного газа – вспыхивает и гаснет. От паров бензина пламя лампы удлиняется и окрашивается в синий цвет, от аммиачного газа без вспышки гаснет. Если лампа не гаснет, а горит ровным светом (таким же, как и на поверхности), то газов в колодце нет и можно опускаться. Запрещается проверять газ по запаху, бросать в колодец зажженную бумагу или опускать горящую свечу или фонарь.

Во время работы следят за открытыми люками, не допуская к ним посторонних людей. По окончании работы или при перерыве все люки колодцев плотно закрывают крышками. Инструменты, лампы и предметы опускают в колодец на веревке после подачи работающим в колодце условного сигнала. Колодец освещают шахтерской лампой. Работы ведутся в рукавицах.

Геодезические работы на строительной площадке запрещается выполнять при порывистом ветре силой в 6 баллов, сильном снегопаде, дожде и ограниченной видимости, при температуре воздуха от  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже, а также без касок и предохранительных поясов на монтажном горизонте в зоне монтажа и работы башенного крана, на монтажной площадке при гололеде.

При работе на строительной площадке с лазерными приборами следует соблюдать все меры предосторожности, указанные в инструкции по использованию прибора. При выполнении работ с применением лазерного луча в местах возможного прохода людей устанавливают экраны, исключаящие распространение луча за пределы мест производства работ.

Ответственность за несоблюдение требований по технике безопасности несет руководство строительной организации.

## **Вопросы для самоконтроля знаний**

1. Назовите основные виды инженерно-геодезических работ.
2. Содержание основных видов инженерно-геодезических работ.
3. Состав геодезических работ, выполняемых на стройплощадке.
4. В чьи обязанности входит создание геодезической разбивочной основы?
5. Кто осуществляет обеспечение топографо-геодезическими материалами в период проектно-изыскательских работ?
6. Порядок обслуживания геодезических работ на этапе строительства объектов.

7. Какие функции выполняет главный геодезист и геодезист строительной организации?
8. Назовите наиболее ответственные работы по геодезическому обеспечению строительного-монтажных работ.
9. Кто выполняет контрольную исполнительную съемку при приемке строительных работ?
10. Функции государственного технического надзора в вопросах выполнения геодезических работ.
11. Назовите виды геодезических работ, которые должны выполняться на объекте инженерно-техническими работниками?
12. Возможно ли выполнение строительного-монтажных работ до оформления акта о приемке геодезических разбивок?

## Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

### 2.1. Состав и содержание проектно-изыскательских работ

Изыскание – это комплекс экономических и технических исследований района будущего строительства с целью получения данных, необходимых для решения вопросов проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений.

Изыскания подразделяются на:

- технико-экономические;
- инженерные.

**Технико-экономические** изыскания для разработки технико-экономического обоснования (ТЭО), целесообразности строительства объектов на данной территории выполняют в первую очередь. При этом рассматриваются техническая возможность строительства, вопросы хозяйственной, социальной и экологической обстановки, а также наличие сырьевой и строительной баз, подъездных путей, трудовых ресурсов и т. п.

**Инженерные изыскания** проводят для комплексного изучения природных условий территории строительства и определения порядка размещения будущих объектов строительства на местности, то есть для получения данных, необходимых на стадии проектирования. Инженерные изыскания предшествуют проектированию и строительству объектов и заключаются во всестороннем изучении и анализе территории.

Проектирование объектов строительства осуществляют, как правило, в одну или две стадии, в зависимости от технической сложности объекта и необходимости разработки рабочих чертежей со сметами. Инженерные изыскания осуществляют отдельно для каждой стадии проектирования. При этом для сложных объектов могут выполняться дополнительные изыскания в целях доработки проектных решений.

Инженерные изыскания, в зависимости от времени исполнения и характера работ, делятся на три периода: **подготовительный** – сбор и анализ материалов ранее проведенных изысканий на данной территории, составление программы, смет и формирование изыскательских подразделений; **полевой** – выполнение работ по намеченной программе на местности, а также части камеральных и лабораторных работ для обеспечения непрерывности полевого изыскательского процесса и контроля полноты, точности полевых работ; **камеральный** – обработка и оформление результатов полевых работ, составление отчетной документации.

Инженерные изыскания выполняют тресты инженерных изысканий и проектно-изыскательские организации соответствующих министерств и ведомств, в которых для выполнения изыскательских работ формируются подразделения (экспедиции, партии, отряды и бригады).

Инженерные изыскания проводятся в соответствии с техническим заданием: составляется проект или программа производства геодезических изысканий, в зависимости от сложности комплекса изыскательских работ.

Инженерные изыскания выполняются в соответствии с требованиями нормативных документов Федеральной службы геодезии и картографии (ФСГК) России. Изыскания должны обеспечивать получение всех материалов и данных, необходимых для проектирования, строительства зданий и сооружений, а также реконструкции предприятий.

На основании материалов инженерных изысканий разрабатывается комплекс документов проектов строительства зданий и сооружений.

По содержанию работ и назначению инженерные изыскания делятся на три основных вида: инженерно-геологические, инженерно-геодезические и инженерно-гидрометеорологические. Кроме того, могут проводиться специальные изыскания, в зависимости от почвенно-грунтовых, геоботанических, экономических и других факторов.

При выполнении инженерно-геологических изысканий подлежат изучению качество грунта под здания и сооружения, физико-механические свойства и формы их проявления, грунтовые воды. При инженерно-гидрометеорологических изысканиях изучаются поверхностные воды и климатические условия. При инженерно-геодезических изысканиях объектом изучения являются рельеф и ситуация участка местности, выделенного под застройку. В состав работ здесь входят создание опорных геодезических сетей, производство топографических съемок в масштабах 1:500 – 1:1000, изыскание трасс для строительства линейных сооружений. Выполнение этих работ является началом геодезического обслуживания строительства.

## **2.2. Инженерно-геодезические изыскания**

Инженерно-геодезические изыскания являются составной частью комплекса изысканий: инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических, экологических, экономических и др. Изыскания проводятся в соответствии со строительными нормами и правилами: «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения» (СНиП 11-02-96) [5] и «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» (СП 11-104-97) [8].

Выполнение геодезических работ по инженерным изысканиям является неотъемлемой частью основных этапов технологического процесса возведения зданий, сооружений. Оно предшествует и сопутствует их проектированию, строительству и эксплуатации.

Инженерно-геодезические изыскания имеют целью получение широкого спектра данных для составления проекта строительства. В процессе инженерно-геодезических изысканий выполняются следующие работы:

- сбор и анализ имеющихся топографо-геодезических материалов на данную территорию;
- создание планово-высотных съемочных сетей;
- топографическая съемка участка проектирования;
- съемка подземных инженерных коммуникаций;
- геодезическое трассирование линейных сооружений;
- геодезическое обеспечение других видов изысканий с планово-высотной привязкой точек полевых измерений и наблюдений.

Для решения вопросов по вариантам рационального расположения проектируемых объектов строительства на данной территории необходимо наличие карт, планов, профилей местности, схем, а также материалов по опорным геодезическим сетям и крупномасштабным съемкам будущей строительной площадки или направления линейного сооружения.

При разработке ТЭО целесообразности строительства объекта на территорию застройки подбирают топографо-геодезические данные прошлых лет, производят их обновление или новую съемку. Подготовка этих материалов осуществляется в процессе проведения инженерно-геодезических изысканий для предпроектной документации. В этот период на площадке проектируемого строительства выполняются основные работы: проверка наличия и (при необходимости) создание опорной геодезической сети, топографические съемки, промеры глубин на реках и водоемах, нивелирование водотоков для составления продольных и поперечных профилей по промеренным створам, перенесение в натуру и привязка инженерно-геологических выработок.

На этапе проектирования инженерно-геодезические изыскания предваряют каждую последующую стадию выполнения геодезических работ по инженерной подготовке площадки проектируемого строительства, а также геодезических расчетов по подготовке к размещению на этой площадке объектов строительства в плане и высоте.

Изыскания для проекта отличаются от ранее выполненных работ по изысканиям для проектной документации лишь значительным объемом по точности и детальности разработок. Результатом изысканий является получение топографо-геодезических и гидрографических материалов, необходимых для разработки генплана строительства или определения оптимального направления трассы линейных сооружений. На этом этапе выполняются следующие работы: сбор и анализ топографо-геодезического материала, построение (развитие) опорных геодезических сетей, создание планово-высотной съемочной сети, топографические съемки, геодезическое обеспечение других видов изысканий, составление и размножение планов.

Выбор масштаба топографической съемки и высоты сечения рельефа зависит от вида строительства, типов зданий и сооружений, густоты инженер-



ных коммуникаций, характера застройки, степени благоустройства территории и природных условий.

Топографическая съемка для разработки генплана строительства выполняется в масштабах 1:500 – 1:10000 с высотой сечения рельефа, выбираемой в зависимости от характера рельефа.

Для разработки проектов реконструкции эксплуатируемых предприятий, застройки населенных пунктов производится топографическая съемка в масштабах 1:1000 и 1:500, с высотой сечения рельефа через 1–0,5 м.

Инженерно-геодезические изыскания для рабочих чертежей должны обеспечить получение топографо-геодезических данных на участках проектируемых объектов и заключаются в дальнейшей детализации ранее выполненных изысканий для проекта, а также в большем развитии опорных и съемочных геодезических сетей, обеспечении других видов изысканий, обновлении и размножении планов. Масштабы съемок определяются в зависимости от участков съемки и вида проектируемого объекта.

Для реконструкции действующих предприятий дополнительно выполняются координирование углов капитальных зданий (сооружений), колодцев, опор инженерных коммуникаций; детальное обследование конструкций зданий (сооружений) и инженерных коммуникаций, а также опор и колодцев; съемка геометрических параметров несущего каркаса зданий (сооружений); наружные обмеры зданий (сооружений); геодезическое обеспечение инженерных режимных наблюдений.

Для реконструкции предприятий по специальному заданию по данным наружных обмеров зданий (сооружений) составляются обмерные чертежи в масштабах 1:500 – 1:50. Расхождение длин стен зданий, полученных из обмеров и вычисленных по координатам, не должно превышать 10 мм при длинах менее 100 м и 1/1000 при длинах свыше 100 м.

Содержание инженерно-геодезических изысканий, **предшествующих строительству**, заключается в выполнении работ по выносу в натуру главных и основных осей зданий, сооружений перед началом их строительства. **На этапе непосредственного строительства** выполняются работы по детальной разбивке и геодезическому обслуживанию строительно-монтажных работ.

После завершения строительства перед сдачей объектов в эксплуатацию инженерно-геодезические изыскания заканчиваются выполнением исполнительных съемок, а в период эксплуатации зданий и сооружений – наблюдением за возможными деформациями грунта и отдельных строительных конструкций.

Состав и объем инженерно-геодезических изысканий зависит прежде всего от сложности проектирования и строительства данного объекта и должен определяться в программе изыскательских работ. По результатам выполненных инженерно-геодезических изысканий составляется технический отчет.

Обновление имеющихся топографических планов выполняется для приведения их в соответствие с современным состоянием ситуации и рельефа. При этом используются материалы съемки текущих измерений, исполнитель-

ной съемки и аэрокосмических съемок. Геодезической основой для выполнения инженерно-геодезических изысканий на площадках служат пункты опорных геодезических сетей и точки съемочной геодезической сети. Геодезической плановой основой на больших территориях строительства являются государственные сети триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1, 2, 3 и 4 классов, а высотной основой – нивелирные сети I, II, III и IV классов. При отсутствии пунктов геодезических сетей на территории строительства в качестве плановой геодезической основы для крупномасштабной съемки строят самостоятельные свободные сети линейно-угловой триангуляции, трилатерации или полигонометрии, используется спутниковая система ГЛОНАСС.

Отличительными особенностями современных инженерно-геодезических изысканий являются:

- широкое использование компьютерных технологий сбора информации о местности: геоинформационных систем – ГИС, а также данных государственного кадастра недвижимости;
- применение материалов аэрокосмических съемок в сочетании с технологиями, основанными на наблюдениях искусственных спутников Земли (ИСЗ);
- создание цифровых моделей местности и рельефа, электронных карт и планов, 3D-визуализация участков возможного размещения новых объектов строительства.

Таким образом, необходимая информация и топографическое обеспечение проектирования и строительства могут быть получены в кратчайшие сроки и в форме, совместимой с технологиями системного автоматизированного проектирования.

### **2.3. Инженерно-геодезические изыскания трассы линейных сооружений**

Трассой называют продольную ось проектируемого линейного сооружения. К линейным сооружениям относят подъездные, железные и автомобильные дороги, линии электропередачи, связи, водопровода, канализации, теплотрассы и т. п., сооружения линейного типа с малой площадью застройки, но значительные по протяженности. Положение такого сооружения на местности определяется основным геометрическим параметром – осью трассы (ось проектируемого сооружения).

Основными элементами трассы являются планы прямых и кривых участков разного направления, плавно переходящих друг в друга и продольный профиль (вертикальный разрез по оси трассы), состоящий из прямых участков с разными уклонами. Задать на местности направление оси трассы означает задать положение направления оси данного вида линейного сооружения. При выборе направления положения трассы необходимо руководствоваться соответствующими

щими техническими условиями на ее проектирование. Так, для автомобильных дорог необходимо обеспечить плавность и безопасность движения, а для самотечных трубопроводов – уклоны и глубину заложения, обеспечивающие нормальное их функционирование. Кроме технических условий, в расчет принимают экономические, экологические и другие факторы.

Выполнение такого комплекса работ по выбору оптимального варианта прокладки трассы, отвечающего предъявляемым требованиям и дающего наибольший экономический эффект, называют **трассированием**.

Трассирование по имеющимся или вновь составленным в процессе изысканий топографическим картам и планам называют **камеральным трассированием**.

Работы по переносу и закреплению запроектированной трассы на местности называют **полевым трассированием**.

Порядок и состав выполнения работ по инженерно-геодезическим изысканиям для проектирования трасс линейных сооружений немного отличаются от работ по изысканиям для строительных площадок.

Инженерно-геодезические изыскания для всех типов линейных сооружений осуществляются в следующем порядке:

- выбор направления трассы по топографической карте с последующим осмотром местности в натуре;
- согласование прохождения трассы с соответствующими юридическими лицами (так как строительство линейного сооружения связано с изъятием земли у землепользователей и землевладельцев);
- вынос трассы с карты на местность, закрепление ее знаками с разбивкой пикетажа и элементов кривых;
- нивелирование трассы;
- плановая и высотная привязки трассы;
- составление плана трассы и переходов ее через препятствия в более крупном масштабе, составление продольного и поперечного профилей.

В соответствии с двухстадийным проектированием трасс линейных сооружений изыскания трасс делятся на **предварительные** и **окончательные**.

В состав предварительных изысканий (осуществляются на стадии разработки проекта) входит выполнение следующих работ:

- сбор и анализ имеющихся топографо-геодезических, аэросъемочных материалов, а также данных изысканий прошлых лет по направлению трассы;
- камеральное трассирование вариантов трассы и полевое обследование намеченных вариантов;
- топографическая съемка вдоль намеченных вариантов трассы.

В случае отсутствия крупномасштабных топографических планов выполняют полевое трассирование с проложением теодолитных и тахеометрических ходов по всей длине трассы.

Предварительные изыскания для получения материалов, необходимых для определения оптимального положения трассы сооружения, осуществляются в основном камеральным путем. При **камеральном трассировании** выполняется проектирование трассы по топографическим картам масштабов 1:25 000, 1:50 000 в нескольких вариантах. Трассу прокладывают участками по линии опорных точек, соединяющей ее начало и конец, руководствуясь при этом заданным уклоном трассирования  $i$ . Для этого вычисляют соответствующее уклону заложение  $d$  по формуле

$$d = \frac{h}{iM}, \quad (1)$$

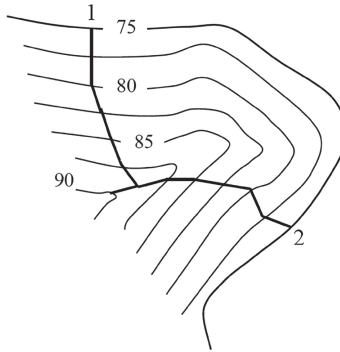
где  $h$  – сечение рельефа;  
 $M$  – масштаб карты.

Используя вычисленные заложения на карте, осуществляют размещение трассы. На равнинной местности рельеф не препятствует продвижению трассы в любом направлении, поэтому такое трассирование называется свободным. В гористой или сильно всхолмленной местности, основным фактором, влияющим на выбор трассы, является рельеф, так как крутизна скатов на местности, превышает допустимые значения для проектируемых сооружений. В таких условиях трассу ведут напряженным ходом, то есть выбирают такие направления, где бы уклон местности соответствовал допустимым значениям уклона трассы. В таких случаях строится линия с заданным уклоном. Линию нулевых работ намечают раствором циркуля, равным заложению  $d$ , последовательно засекая соседние горизонталы и соединяя полученные точки отрезками прямых. Обычно строится несколько вариантов (рис. 1), из которых выбирается наиболее приемлемый. Полученная таким образом линия трассы является слишком извилистой, поэтому ее спрямляют. Разместив, трассу на карте, определяют координаты ее углов поворота, строят пикетаж, делают расчет сопрягающих кривых и составляют продольный профиль, используя для этого высоты точек, найденные по горизонталям. По горизонталям устанавливают отметки пикетов и характерных перегибов местности вдоль трассы.

По отметкам и пикетажу строят продольный профиль трассы. По нему проектируют ее высотное положение, вычисляют длины отдельных участков, объем земляных работ и т. п. Осуществляют технико-экономическое сравнение вариантов трассы и выбирают оптимальный из них.

При **полевым обследовании** подробно изучают природные условия вдоль выбранного варианта трассы, особенно в местах сложных переходов и неблагоприятной геологии. Уточняют положение трассы, закрепляя в натуре наиболее трудные участки.

**Окончательные изыскания** (для рабочей документации) представляют собой в основном полевые изыскания на местности вдоль трассы: полевое трассирование, плано-высотные привязки трасс к пунктам опорной геодезической сети; топографическая съемка полосы местности вдоль трассы.



*Рисунок 1. Пример выбора направления трассы*

Полевое трассирование включает следующие виды работ:

- вынесение проекта трассы в натуру; вешение линий;
- определение углов поворота;
- линейные измерения; разбивка пикетажа с ведением пикетажного журнала;
- разбивка круговых и переходных кривых;
- нивелирование трассы; установка вдоль трассы реперов;
- закрепление трассы;
- привязка трассы к пунктам геодезической основы;
- съемка площадок, переходов, пересечений;
- обработка полевых материалов; составление плана трассы и продольного профиля.

Полевое трассирование начинается с рекогносцировки, то есть на местности отыскиваются точки опорной геодезической сети, и осуществляется привязка к ним. Разбивку пикетажа производят по всей длине трассы. Она состоит в том, что вдоль трассы последовательно откладывают отрезки по 100 м (на застроенной территории длиной 20–40 м). Концы отрезков, закрепленные кольями, называют пикетами, начало трассы обозначают нулевым пикетом (ПК0). Кроме пикетов, по трассе закрепляют рельефные точки (перегибы скатов), контурные (пересекаемые трассой контуры) и вершины углов поворота; эти точки обозначают плюсовыми, расстояние измеряют в метрах от младшего пикета. Например: имеется точка ПК3+40, это значит, что она удалена на 340 метров от начала трассы (нулевого пикета).

Для характеристики поперечных уклонов местности в обе стороны от трассы разбиваются поперечники, которые также обозначаются кольшками с подписанными на них номерами, а также направлениями и расстояниями от трассы (Право-20, Лево-20), что означает: точка расположена в 20 метрах вправо или влево от трассы. Одновременно с разбивкой пикетажа ведется съемка местности, прилегающей к трассе. Результаты съемки заносятся в пике-