

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для обучающихся по специальности
21.05.01 Прикладная геодезия (уровень специалитета)

Новосибирск
СГУГиТ
2018

УДК 528.4+622.1

И622

Авторский коллектив:

А. Г. Неволин, В. Г. Сальников, Н. М. Рябова, Е. К. Лагутина

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, ДВГУПС *А. В. Никитин*

кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ *П. П. Мурзинцев*

И622 Инженерно-геодезические изыскания [Текст] : учеб. пособие / А. Г. Неволин, В. Г. Сальников, Н. М. Рябова, Е. К. Лагутина. – Новосибирск : СГУГиТ, 2018. – 85 с.

ISBN 978-5-907052-27-7

Учебное пособие подготовлено кандидатами технических наук, доцентами А. Г. Неволным, В. Г. Сальниковым, Н. М. Рябой, Е. К. Лагутиной на кафедре инженерной геодезии и маркшейдерского дела СГУГиТ.

Рассматриваются современные методы топографо-геодезических работ, выполняемых при инженерно-геодезических изысканиях, а также методы создания геодезических сетей, определения координат пунктов и их оценок, планово-высотного обоснования крупномасштабных съемок.

Учебное пособие по дисциплине «Инженерно-геодезические изыскания» предназначено для обучающихся 4-го курса по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия (уровень специалитета) и может быть использовано для обучающихся по специальности 21.05.04 Горное дело (уровень специалитета).

Рекомендовано к изданию кафедрой инженерной геодезии и маркшейдерского дела, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

Ответственный редактор: кандидат технических наук, доцент, СГУГиТ

Е. Л. Соболева

УДК 528.4+622.1

ISBN 978-5-907052-27-7

© СГУГиТ, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ.....	7
2. МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ИХ ПУНКТОВ	11
2.1. Общие сведения о способах создания опорных геодезических сетей.....	11
2.2. Создание опорных геодезических сетей методом спутниковых геодезических определений	15
2.3. Полигонометрия 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов	19
2.4. Нивелирование IV класса	22
2.5. Изготовление и закрепление пунктов опорных геодезических сетей.....	23
3. ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ	26
3.1. Цели и задачи проектирования.....	26
3.2. Планируемые виды геодезических построений	27
3.3. Перечень исходных данных для проектирования	27
3.4. Программное обеспечение для разработки технического проекта	27
4. МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НАД ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОЕКТОМ	29
4.1. Подготовка цифровой картографической основы в программе CREDO ТРАНСФОРМ 4	29
4.1.1. Создание проекта для трансформирования растровой карты	29
4.1.2. Загрузка растра.....	32
4.1.3. Ввод опорных точек	33
4.1.4. Трансформирование растра	34

4.2. Методика выполнения работы при подготовке исходных данных для проектирования в CREDO_DAT 4	35
4.3. Методика выполнения работы при проектировании спутниковых определений в CREDO_DAT 4	37
4.3.1. Методика выполнения работы для определения количества векторов и их размещения	39
4.3.2. Формирование таблиц измеряемых величин	40
4.3.3. Оценка точности положения пунктов спутниковых определений	42
4.4. Методика выполнения работы при проектировании нивелирной сети IV класса	48
4.5. Особенности проектирования и априорной оценки точности геодезических сетей 1-го разряда	53
4.6. Задание для самостоятельной работы	54
5. РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТА	56
5.1. Состав сметы проекта производства инженерно-геодезических работ	56
5.1.1. Общие сведения о работе со справочником базовых цен на инженерно-геодезические изыскания	56
5.1.2. Учет индекса изменения сметной стоимости	61
5.2. Определение стоимости создания планово-высотных опорных геодезических сетей	62
6. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА	67
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	71
Приложение 1. Перечень и трудоемкость лабораторных занятий	75
Приложение 2. Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
Приложение 3. Список координат исходных пунктов по вариантам	77
Приложение 4. Картографическая основа проекта геодезических сетей	81

Приложение 5. Категории сложности условий выполнения комплекса геодезических работ при создании опорных геодезических сетей для изысканий.....	82
Приложение 6. Пример оформления титульного листа технического проекта.....	84

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью учебного пособия является рассмотрение современных методов топографо-геодезических работ, выполняемых при инженерно-геодезических изысканиях, создания планово-высотного обоснования крупномасштабных съемок с применением методов дистанционного зондирования на основе спутниковых систем, а также методов интерактивного проектирования и автоматизированной обработки геопространственных данных с помощью CREDO-технологий.

Изучение соответствующих разделов учебной дисциплины «Инженерно-геодезические изыскания» проводится во время лекционных и лабораторных занятий, а также в процессе самостоятельной работы обучающихся.

Для успешного освоения данной дисциплины и выполнения индивидуального задания необходимо, чтобы обучающийся работал с материалами проекта в соответствии с установленной трудоемкостью предмета. Перечень и трудоемкость лабораторных занятий приведены в прил. 1.

Основная часть индивидуального задания, в частности составление и оформление технического проекта, предусматривает самостоятельную работу обучающегося. Рекомендуемый состав заданий для самостоятельной работы обучающихся приведен в прил. 2.

Выполненная работа оценивается по содержанию, степени проработки проекта и оформлению. Окончательная оценка выставляется с учетом владения обучающимся материалом выполненного проекта в целом, а также его знаний в области геодезии, инженерной геодезии, обработки геопространственных данных.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

Инженерно-геодезические изыскания выполняются для изучения условий района строительства сооружений и получения топографо-геодезических материалов, необходимых для геодезического обеспечения проектных работ и выполнения других видов инженерных изысканий. В состав инженерно-геодезических изысканий, согласно п. 5.1.3 СП 47.13330.2016 [1], входят следующие виды работ:

- создание опорных геодезических сетей;
- геодезические наблюдения за деформациями и осадками зданий и сооружений, движениями земной поверхности и опасными природными процессами;
- создание и обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1 : 5 000 – 1 : 200, в том числе в цифровой форме, съемка подземных коммуникаций и сооружений;
- трассирование линейных объектов;
- инженерно-гидрографические работы;
- специальные геодезические и топографические работы при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

При необходимости этот список может быть дополнен (см. п. 5.1.4 [1]) следующими работами:

- сбор топографических, геодезических, картографических, аэрофотосъемочных материалов и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) прошлых лет и оценка возможности их использования;
- интерпретация ранее полученных материалов инженерных изысканий (пересчет координат из одной системы координат в другую, оцифровка графических материалов, создание инженерных цифровых моделей ситуации и рельефа);
- рекогносцировочное обследование территории инженерных изысканий;

- создание съемочной геодезической сети;
- геодезическое обеспечение выполнения других видов инженерных изысканий (планово-высотная привязка инженерно-геологических выработок, инженерно-геофизических и гидрометеорологических точек наблюдений).

Основанием для выполнения инженерно-геодезических изысканий или топографо-геодезических работ служат *техническое задание* и *технический проект*.

Техническое задание – это организационно-распорядительный документ, содержащий основные сведения об объекте изысканий и основные требования к материалам и результатам инженерных изысканий, которые должны обеспечивать получение достоверных и достаточных данных, необходимых для установления проектных значений параметров и характеристик здания или сооружения, а также проектируемых мероприятий по обеспечению его безопасности (см. п. 4.13 [1]).

Исходные данные, необходимые для выполнения работ, передаются как приложения к заданию. Перечень возможных графических и текстовых исходных данных приведен в п. 4.17 СП 47.13330.2016 [1].

Техническое задание на производство инженерно-геодезических изысканий дополнительно к п. 4.15 СП 47.13330.2016 [1] должно содержать:

- сведения о принятой системе координат и высот;
- данные о границах и площадях участков, на которые создаются (обновляются) инженерно-топографические планы;
- указания о масштабе топографической съемки и высоте сечения рельефа по отдельным площадкам, включая требования к съемке подземных и надземных коммуникаций и сооружений;
- требования к формированию цифровой модели местности (ЦММ), если ее создание предусмотрено заданием;
- требования к инженерно-геодезическим изысканиям трасс линейных объектов;
- требования к стационарным геодезическим наблюдениям в районах развития опасных природных и техногенных процессов;

– требования к составу, виду, формату и срокам представления промежуточных материалов (если их выдача предусмотрена заданием) и отчетной документации.

В соответствии с техническим заданием исполнитель разрабатывает *программу инженерных изысканий* и согласовывает ее с заказчиком.

Программа инженерных изысканий – основной организационно-руководящий, технический и методический документ, определяющий и обосновывающий состав и объемы работ, методы их выполнения с учетом сложности природных условий, степени их изученности, вида градостроительной деятельности, этапа выполнения инженерных изысканий, вида и назначения сооружения (см. п. 4.18 [1]).

В программе инженерно-геодезических изысканий, согласно п. 5.1.13 СП 47.13330.2016 [1], должны быть представлены:

- сведения о системах координат и высот;
- обоснование необходимой плотности пунктов геодезических сетей и точности определения их планового и/или высотного положения;
- обоснование типов и методов закрепления на местности геодезических пунктов (точек);
- данные о методах выполнения топографической съемки и создания инженерно-топографических планов;
- исходные данные к трассированию линейных сооружений;
- требования к инженерно-геодезическому обеспечению выполнения других видов инженерных изысканий;
- сведения об использовании геодезических приборов (оборудования) и программных средств для камеральной обработки результатов геодезических измерений;
- сведения о стационарных геодезических наблюдениях (в районах развития опасных природных и техногенных процессов);
- информация о составе и содержании технического отчета, виде, форматах и сроках представления промежуточных материалов (если это предусмотрено заданием) и отчетной документации.

В зависимости от видов выполняемых работ программу инженерно-геодезических изысканий дополняют приложениями, в которых должны быть представлены:

- схема топографо-геодезической и картографической изученности района (площадки, трассы) работ;
- схемы проектируемых геодезических сетей;
- картограмма расположения площадок топографической съемки;
- чертежи геодезических центров (если намечена их закладка);
- топографические карты, инженерно-топографические планы и планы инженерных коммуникаций и сооружений с указанием проектных вариантов трасс линейных сооружений.

В зависимости от целей и задач инженерных изысканий, степени застроенности участка работ, преобладающего рельефа и других характеристик местности инженерно-топографические планы создаются в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500 и 1 : 200. Выбор масштабов и высот сечения рельефа в зависимости от вида деятельности и условий регламентирован СП 47.13330.2016 [1, прил. Б и В].

Технический проект – это разработанная документация, содержащая основание для выполнения инженерно-геодезических изысканий или топографо-геодезических работ.

Разработка технического проекта должна производиться на основании собранных, достаточно полных сведений по ранее выполненным топографо-геодезическим работам. При необходимости производится полевое обследование района работ.

2. МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ИХ ПУНКТОВ

2.1. Общие сведения о способах создания опорных геодезических сетей

Геодезической основой для выполнения инженерно-геодезических изысканий, согласно п. 5.1.5 СП 47.13330.2016 [1], являются:

- фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС);
- высокоточная геодезическая сеть (ВГС);
- спутниковая геодезическая сеть (СГС) 1-го класса;
- сети триангуляции, астрономо-геодезические пункты космической геодезической сети (АГП КГС), сети полигонометрии, доплеровские геодезические сети (ДГС), астрономо-геодезические сети (АГС) 1-го и 2-го классов, геодезические сети сгущения (ГСС) 3-го и 4-го классов;
- реперы и марки нивелирования I, II, III и IV классов;
- опорные геодезические сети (ОГС), включая геодезические сети специального назначения (ГССН);
- пункты сетей постоянно действующих базовых (референцных) станций (ПДБС);
- пункты триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1-го и 2-го разрядов;
- съемочные геодезические сети, геодезическая разбивочная основа строительства, геодезические сети для режимных наблюдений (водомерные посты);
- опорные межевые сети ОМС1 и ОМС2 (при обосновании возможности их использования в программе).

Государственную геодезическую сеть (ГГС) и/или государственную нивелирную сеть (ГНС) сгущают для создания геодезической основы инженерных изысканий или создают самостоятельную сеть в зависимости от целей и задач выполняемых работ и топографо-геодезической изучен-

ности участка инженерных изысканий (см. п. 4.7 [2]). Сгущение геодезической основы осуществляется установкой на местности геодезических пунктов временного, долговременного или постоянного закрепления до плотности, необходимой и достаточной для выполнения инженерных изысканий (см. пп. 5.1.6–6 [1]). Допустимо использовать геодезические пункты, заложенные при выполненных ранее инженерных изысканиях, если их сохранность и точность определения положения (планового и/или высотного) соответствуют целям и задачам выполняемых работ (см. п. 4.10 [3]).

Опорная геодезическая сеть (ОГС) – сеть геодезических пунктов постоянного и/или долговременного закрепления заданного класса (разряда) точности, создаваемая на объекте капитального строительства в установленных системах координат и высот для геодезического обеспечения производства инженерных изысканий (см. п. 3.28 [1]).

Исходными для создания и/или развития плановой ОГС должны быть пункты геодезических сетей высших по точности классов (разрядов). В исключительных случаях допускается построение плановой ОГС относительно пунктов уровня точности не ниже создаваемой сети, но только при отсутствии пунктов сетей высших классов в районе выполнения изысканий (см. п. 5.1.2 [2]).

Плановую ОГС создают и развивают методами спутниковых геодезических определений, полигонометрии, триангуляции или трилатерации. Требования к точности измерений, согласно СП 317.1325800.2017 [2], приведены в табл. 1 и 2.

Высотную ОГС создают методом геометрического нивелирования в виде сетей нивелирования II, III и IV классов в зависимости от размеров и вида объекта. Требования к точности измерений приведены в табл. 3 (см. п. 5.1.6 [2]).

Таблица 1

Основные требования к точности определения положения пунктов в плановой ОГС, создаваемой методом спутниковых геодезических определений

Вид сети	СКП определения координат относительно исходных пунктов (мм, не более)	СКП взаимного положения (мм, не более)	
		смежных пунктов в плане	смежных пунктов по высоте
Каркасная СГС и/или сеть ПДБС	20	15	20
СГС сгущения, сеть ПДБС		20	25
Полигонометрия, триангуляция, трилатерация 4-го класса, СГС		25	–
Полигонометрия, триангуляция, трилатерация, СГС сгущения	1-го разряда	30	–
	2-го разряда	40	–
	50		

Примечание. СКП – средняя квадратическая погрешность.

Таблица 2

Основные требования к точности измерений в плановой ОГС, создаваемой методами триангуляции, трилатерации и полигонометрии

Плановая ОГС (класс, разряд)	СКП измерений углов, вычисленная по невязкам (не более)	Угловая невязка в ходах или полигонах (не более)	Допустимая длина сторон (км). Предельная относительная погрешность хода	Относительная СКП (не более)		
				базисной стороны в сети триангуляции	стороны в сети триангуляции в наиболее слабом месте	измерения сторон (по внутренней сходимости) в сети трилатерации
4-й класс	2"	$5''\sqrt{n}$	0,25–2,0 1/25 000	1/200 000	1/70 000	1/100 000
1-й разряд	5"	$10''\sqrt{n}$	0,12–0,80 1/10 000	1/50 000	1/20 000	1/50 000
2-й разряд	10"	$20''\sqrt{n}$	0,08–0,35 1/5 000	1/20 000	1/10 000	1/20 000

Требования к точности результатов измерений высотной ОГС

Показатель	Значение показателя для класса нивелирования		
	II	III	IV
Допустимые невязки в ходах и полигонах f (мм)	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$
СКП измерения превышения на станции (мм, не более)	0,30	0,65	3,0
СКП определения отметок нивелирных пунктов относительно исходных пунктов в самом слабом месте (мм, не более)	10	20	30

Пункты плановой и высотной ОГС по возможности совмещаются. Высоты пунктов плановой ОГС, не включенных в высотную ОГС, определяют техническим (геометрическим или соответствующим ему по точности тригонометрическим либо спутниковым) нивелированием (см. п. 5.1.10 [2]). При создании высотных ОГС с точностью нивелирования IV класса допускается применение метода спутниковых геодезических определений. При этом число исходных нивелирных пунктов (с высотами, полученными из геометрического нивелирования не ниже IV класса) должно быть не менее пяти.

При создании ОГС используют существующие системы координат или установленную согласно техническому заданию локальную систему координат (см. п. 5.1.10 [1]).

Созданные ОГС не входят в состав ГГС или ГНС и предназначены для определения координат и отметок геодезических пунктов, необходимых для выполнения работ на объекте изысканий (см. п. 5.1.11 [1]).

Основной целью проектирования геодезических сетей при создании ОГС является обеспечение необходимой точности определяемых элементов. При этом выполняются априорная оценка точности и выбор рациональной формы и конструкции сети, а также необходимых методов и приборов для измерений. В этом случае используются интерактивные методы проектирования на основе цифровых карт и планов.

2.2. Создание опорных геодезических сетей методом спутниковых геодезических определений

Основным методом создания, развития и реконструкции ОГС являются спутниковые геодезические определения. Спутниковые геодезические определения при создании ОГС выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в геодезических, картографических инструкциях, нормах и правилах (ГКИНП) [4, 5] и руководствах по эксплуатации спутникового оборудования.

Общие технические требования к СГС (в том числе и ОГС) регламентированы ГОСТ Р 55024–2012 [6]. Требования к построению спутниковых геодезических сетей, согласно ГОСТ Р 56408–2015 [7], соответствуют следующим принципам:

а) иерархичности – сеть вышестоящего класса сгущается следующей по порядку сетью нижестоящего класса;

б) соответствия – построение СГС осуществляется в соответствии с ее назначением и местом в системе геодезического обеспечения Российской Федерации;

в) единства координатной основы – координаты пунктов СГС определяются в единой системе координат, жестко связанной с Землей на принятую эпоху;

г) опережающего развития – стратегия развития СГС ориентируется на опережающие темпы по отношению к росту потребностей в исходных геодезических данных, формируемых на ее основе;

д) рациональной избыточности – технические характеристики СГС поддерживаются на уровне определенной избыточности, оптимизированной с учетом специфики обеспечиваемой территории (объекта) возможностей спутниковых технологий выполнения геодезических работ;

е) систематического контроля – результаты геодезических измерений и их математической обработки контролируются на всех этапах построения СГС.

Спутниковые геодезические определения – определение координат пунктов или приращений координат между пунктами, основанное на об-

работке измерительной информации, поступающей со спутников Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) [8].

Определение координат пунктов из спутниковых геодезических наблюдений выполняется методом пространственной линейной засечки относительно известных положений навигационных космических аппаратов (НКА). Измеренное в процессе этих определений расстояние называют псевдодальностью. Для создания и развития ОГС используют фазовые псевдодальности, поскольку они позволяют точнее определять расстояние для наземной космической станции (НКС). Для решения большинства инженерно-геодезических задач используют относительный и дифференциальный методы определения координат.

Относительный метод спутниковых определений – это метод, позволяющий вычислить приращение координат пункта наблюдений относительно опорного пункта по результатам совместной обработки синхронно выполненным на этих пунктах сеансов спутниковых определений (см. п. 5.2 [9]).

В геодезической практике и спутниковых геодезических определениях опорный пункт принято называть базовой станцией, а пункт наблюдений – подвижной станцией.

Относительный метод спутниковых определений может быть реализован на практике статическим или кинематическим режимом наблюдений. Для создания и развития спутниковых геодезических сетей (ГГС и ОГС) в нормативной документации рекомендуют применять статический режим спутниковых наблюдений.

Статический режим спутниковых наблюдений – это сеанс измерений, синхронно выполняемых двумя и более спутниковыми приемниками на базовой и подвижной станциях на протяжении продолжительного периода времени при наблюдении рабочего созвездия не менее шести общих спутников. Продолжительность сеанса измерений зависит от расстояния между пунктами, условий наблюдений и требуемой точности результатов геодезических работ.

Проектирование СГС осуществляется на основе материалов о картографо-геодезической изученности района работ, сведений о состоянии центров исходных геодезических пунктов и пунктов ранее созданных

сетей, данных о геологических и геоморфологических особенностях местности.

В результате проектирования СГС решаются следующие задачи:

- выбор схемы проектируемой сети;
- выбор метода построения сети;
- обоснование типов центров для закрепления геодезических пунктов.

Согласно пп. 4.2.1.2–4.2.1.5 ГКИНП (ОНТА)-01-271–03 [5], выбор схемы сети зависит от класса создаваемой сети, формы объекта и существующей геодезической основы, но рекомендованной фигурой в схеме являются равноугольные треугольники в сети со значениями углов от 20° до 160° . В схему создаваемой ОГС рекомендуется включать пункты геодезической основы соответствующего класса, не нарушающие геометрию создаваемой сети.

Выбор метода (технологии) развития сети зависит от количества используемых спутниковых приемников и возможностей организации работы на объекте.

При использовании минимального количества (двух) спутниковых приемников возможен так называемый *лучевой метод развития сети* (в РТМ 68-14–01 [8] он назван методом «висячих пунктов»). В этом случае спутниковый приемник остается на опорном пункте на протяжении всего запланированного периода измерений, а подвижный приемник перемещается по наблюдаемым пунктам, выполняя сеансы измерений необходимой длительности (рис. 1, а).

Недостатком лучевого метода развития сети является отсутствие контроля определяемых координат, поэтому при проектировании следует предусмотреть выполнение спутниковых наблюдений на каждом определяемом пункте дважды с контролем сходимости получаемых результатов с другого опорного пункта (рис. 1, б).

Лучевой метод характеризуется значительными временными затратами, поскольку наблюдения выполняются последовательно.

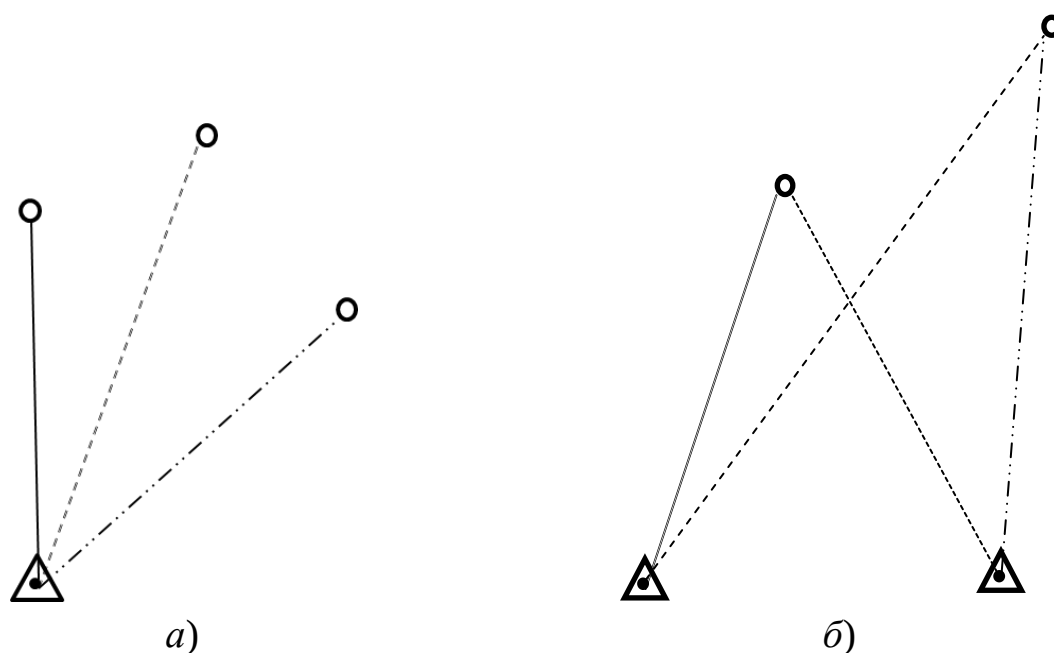


Рис. 1. Схема развития спутниковых сетей лучевым методом:

————— — 1-й сеанс наблюдений; - - - - - — 2-й сеанс наблюдений;
 - · - · - · - — 3-й сеанс наблюдений; · - - - - — 4-й сеанс наблюдений

При построении ОГС рекомендовано использовать *сетевой метод развития сети* — максимальное количество спутниковых приемников выполняют синхронные сеансы наблюдений необходимой длительности на всех возможных пунктах для повышения точности и надежности результатов наблюдений за счет избыточных измерений (рис. 2). При недостаточном количестве спутниковых приемников допускается выполнение нескольких сеансов наблюдений на перекрывающихся фрагментах создаваемой сети. Смежные фрагменты должны иметь не менее трех общих пунктов (см. п. 2.6.3 и прил. 5 [5]).

Кроме того, при необходимости в одном построении можно совмещать оба эти метода. Число включаемых в ОГС исходных пунктов должно быть не менее четырех, причем на каждом из пунктов сети должно сходиться не менее трех векторов (см. п. 5.1.3 [2]).

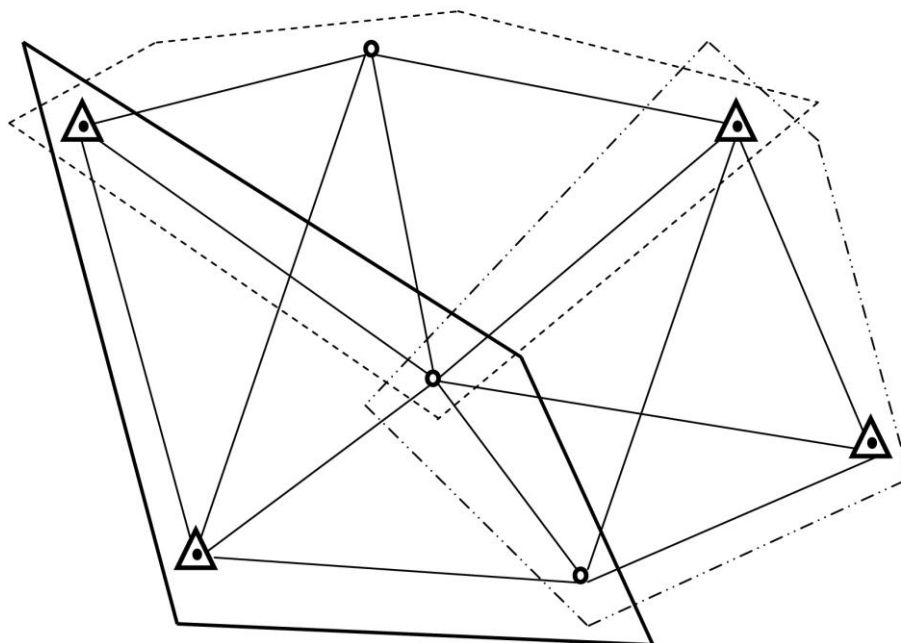


Рис. 2. Схема развития спутниковых сетей сетевым методом:

————— — 1-й сеанс наблюдений; - - - - - — 2-й сеанс наблюдений;
 — 3-й сеанс наблюдений

Пункты геодезических сетей закреплены центрами, типы которых устанавливаются в зависимости от физико-географических и геологических условий района работ, глубины промерзания и оттаивания грунтов. Закладка центров производится в соответствии с действующими правилами по закреплению пунктов геодезических сетей [10]. При создании высокоточных геодезических сетей рекомендуется применять устройства принудительного центрирования (см. п. 5.2.5 [6]).

2.3. Полигонометрия 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов

Требования к созданию полигонометрических ходов и сетей изложены в ГКИНП-02-033–82 [11].

Полигонометрические построения являются весьма распространенным способом создания инженерно-геодезических опорных сетей. Пункты полигонометрии 4-го класса определяются относительно пунктов геодезических сетей высших классов путем создания одиночных ходов или систем ходов, образующих узловые пункты.

Полигонометрические ходы должны прокладываться по местности, наиболее благоприятной для производства угловых и линейных измерений.

Места установки пунктов должны быть легкодоступны, хорошо опознаваться на местности и обеспечивать долговременную сохранность центров и знаков. Пункты на местности должны выбираться с учетом возможности использования их в качестве точек съемочной сети.

Между двумя смежными пунктами хода должна быть, как правило, обеспечена видимость с земли.

Полигонометрические сети 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов создаются в виде отдельных ходов или систем ходов и замкнутых полигонов. Отдельный ход полигонометрии должен опираться на два исходных пункта. На исходных пунктах предусматривается измерение примычных углов для контроля качества таких измерений. В исключительных случаях при отсутствии между исходными пунктами видимости с земли допускается:

- проложение хода полигонометрии, опирающегося на два исходных пункта, без угловой привязки на одном из них;
- проложение замкнутого хода полигонометрии 1-го и 2-го разрядов, опирающегося на один исходный пункт;
- координатная привязка к пунктам геодезической сети (без примычных углов).

Не следует допускать проложения висячих ходов.

При построении полигонометрических сетей 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов должны соблюдаться требования п. 8.3 ГКИНП-02-033–82 [11], приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Требования к созданию полигонометрических сетей 4-го класса,
1-го и 2-го разрядов

Показатели	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Предельная длина хода (км):			
– отдельного	15	5	3
– между исходной и узловой точками	10	3	2
– между узловыми точками	7,0	2,0	1,5

Окончание табл. 4

Показатели	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Длины сторон хода (км):			
– наибольшая	2,00	0,80	0,35
– наименьшая	0,25	0,12	0,08
– средняя расчетная	0,50	0,30	0,20
Предельный периметр полигона (км)	30	15	9
Число сторон в ходе (не более)	15	15	15
Относительная погрешность хода (не более)	1 : 25 000	1 : 10 000	1 : 5 000
СКП измерения угла (по невязкам в ходах и полигонах)	3"	5"	10"
Угловая невязка хода или полигона, где n – число углов в ходе	$5'' \sqrt{n}$	$10'' \sqrt{n}$	$20'' \sqrt{n}$

Расстояние между пунктами параллельных полигонометрических ходов данного класса (разряда) должно быть не менее:

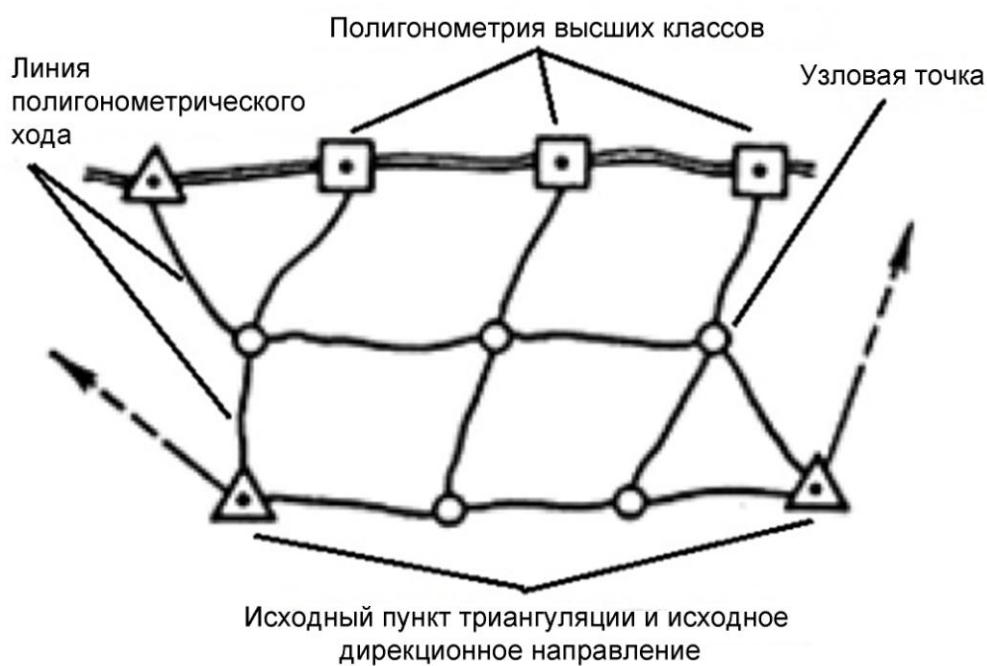
- 2,5 км – в полигонометрии 4-го класса;
- 1,5 км – в полигонометрии 1-го разряда.

При меньших расстояниях ближайшие пункты должны быть связаны ходом полигонометрии того же класса (разряда) для уменьшения ошибок их взаимного положения.

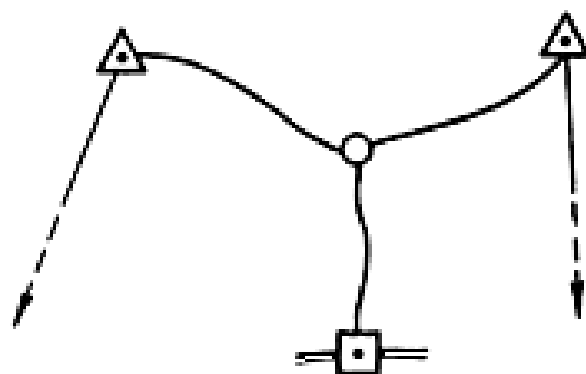
С целью обеспечения большей жесткости сети следует стремиться к сокращению многоступенчатости сети, ограничиваясь развитием полигонометрии 4-го класса и 1-го разряда.

Примерные схемы построения полигонометрических сетей 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов приведены на рис. 3 [11].

На все пункты полигонометрических ходов должны быть переданы отметки нивелированием IV класса или техническим нивелированием.



а)



б)

Рис. 3. Система полигометрических ходов:

а) с несколькими узловыми точками; б) с одной узловой точкой

2.4. Нивелирование IV класса

В качестве высотной основы для выполнения инженерно-геодезических работ выступают пункты нивелирных ходов и сетей II, III и IV классов [12].

Высотная привязка центров пунктов ОГС должна производиться геометрическим нивелированием IV класса или техническим (тригонометрическим) нивелированием (см. п. 5.10 [3]).

Как известно, нивелирные ходы IV класса прокладываются в одном направлении. Длина линий нивелирования IV класса не должна превышать 50 км.

Нивелирование IV класса выполняется нивелирами, имеющими увеличение трубы не менее $25\times$, цену деления уровня – не более 25" на 2 мм, а также цифровыми нивелирами с самоустанавливающейся линией визирования.

Нормальная длина луча визирования – 100 м. Если зрительная труба нивелира имеет увеличение не менее $30\times$, допускается увеличивать длину луча визирования до 150 м.

Невязки в ходах между исходными пунктами и в замкнутых полигонах должны быть не более $20\sqrt{L}$ (мм) при числе станций менее 15 на 1 км хода. Если количество станций более 15 на 1 км хода, то допустимая невязка вычисляется по формуле $5\sqrt{L}$ (мм), где L – длина хода (полигона) (км).

Требования к методике нивелирования, а также приборам и точности работ установлены в геодезических, картографических инструкциях, нормах и правилах (ГКИНП) [11, 12]. В данных инструкциях приведены также требования к выполнению технического нивелирования.

2.5. Изготовление и закрепление пунктов опорных геодезических сетей

Согласно п. 5.1.11 СП 317.1325800.2017 [2], ОГС закрепляют на местности пунктами долговременного или постоянного закрепления.

Геодезический пункт долговременного закрепления – пункт (грунтовой, стенной, скальный, закрепленный на пнях свежесрубленных деревьев, обечайках смотровых люков колодцев подземных коммуникаций, оголовках труб и других элементах фундаментальных конструкций и т. д.), метод закрепления которого обеспечивает сохранность центра, а также неизменность его координат и/или отметки (в пределах точности геодезической сети, к которой он относится) на период, предусмотренный заданием и/или программой выполнения инженерных изысканий (см. п. 3.2 [1]).

Геодезический пункт постоянного закрепления – это грунтовой, стенной или скальный пункт, способ закрепления которого обеспечивает

сохранность центра, а также неизменность его координат и/или отметки (в пределах точности геодезической сети, к которой он относится) на весь период сохранения ненарушенного состояния участка местности или объекта, на котором он установлен (см. п. 3.3 [1]).

Геодезический пункт временного закрепления – это пункт (деревянный столб, отрезок металлической трубы, уголка и т. д.), метод закрепления которого обеспечивает сохранность центра, а также неизменность его координат и/или отметки (в пределах точности геодезической сети, к которой он относится) на период выполнения полевых работ (включая их приемку) (см. п. 3.4 [1]).

Конструкцию геодезических пунктов обосновывают в программе с учетом глубины сезонного промерзания, глубины оттаивания и других свойств грунтов (см. п. 5.1.11 [2]). Выбор типа закрепления и внешнего оформления зависит от целей и задач изысканий, условий местности, используемых средств измерений (см. п. 5.1.6 [1]).

Типовые конструкции центров и реперов выбирают с учетом климатических и физико-географических условий зон, а также в соответствии со схемами, приведенными в Правилах закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей [16, прил. 2, 3]. Зачастую рекомендованной конструкцией центров являются типы 161, 162 и 158, приведенные на рис. 4.

В районах с глубиной промерзания грунта менее 75 см нивелирные реперы и геодезические центры устанавливают на глубину 120 см, во всех остальных случаях в области сезонного промерзания грунтов глубину закладки центров (З) вычисляют по формуле

$$З = Г + 50 \text{ см}, \quad (1)$$

где Г – глубина промерзания грунта, см.

3. ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

3.1. Цели и задачи проектирования

Целью работы является создание технического проекта инженерно-геодезических изысканий.

Задание и методические указания на разработку технического проекта по инженерно-геодезическим изысканиям предусматривают следующие основные цели и задачи:

- сбор и подготовка материалов для составления технического проекта;
- определение номенклатуры и прямоугольных координат углов рамок для листов карт масштаба 1 : 5 000;
- трансформирование растрового изображения топографической карты масштаба 1 : 10 000;
- географическая привязка цифрового плана масштаба 1 : 10 000;
- разработка проекта плановой геодезической сети сгущения (с плотностью 1 пункт на км²);
- оценка и анализ точности определяемых элементов плановой геодезической сети;
- разработка проекта высотной геодезической сети;
- оценка и анализ точности определяемых элементов высотной геодезической сети;
- определение сметной стоимости проекта геодезических работ;
- оформление и защита проекта.

3.2. Планируемые виды геодезических построений

В данной работе обучающимся предлагается запроектировать следующие виды геодезических построений (по индивидуальному заданию):

- спутниковую геодезическую сеть 4-го класса (из 5–6 пунктов);
- высотные геодезические построения (нивелирные ходы и сети) IV класса (по пунктам ГНСС);
- линейно-угловые построения (системы ходов с узловыми точками, геодезические засечки) 1-го разряда;
- тригонометрическое (техническое) нивелирование (по пунктам полигонометрии 1-го разряда).

3.3. Перечень исходных данных для проектирования

В качестве исходных данных для проектирования обучающимся предлагаются следующие картографические материалы и координаты исходных пунктов (выдаются преподавателем):

- цифровая карта масштаба 1 : 10 000 – СНОВ (прил. 4) в растровом формате (файл СНОВ10000.JPG);
- бумажная карта масштаба 1 : 10 000 (СНОВ У-34-37-В-в-4);
- исходные пункты государственной геодезической сети 2-го, 3-го классов. Координаты пунктов выдаются индивидуально по вариантам (прил. 3);
- исходные реперы нивелирования III, IV классов. Отметки выдаются по вариантам (прил. 3);
- задание и методические указания по разработке технического проекта.

3.4. Программное обеспечение для разработки технического проекта

Для разработки технического проекта требуются компьютерные классы, оснащенные следующими программными продуктами:

- программа CREDO ТРАНСФОРМ 4 для трансформирования цифровых (растровых) планов;
- автоматизированная система обработки геопространственных данных CREDO_DAT 4 и выше;
- программа для выполнения обработки нивелирных построений CREDO НИВЕЛИР;
- программа для конвертирования данных CREDO КОНВЕРТЕР;
- программа для обработки данных линейных изысканий CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ;
- текстовый редактор Open Office.

4. МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НАД ТЕХНИЧЕСКИМ ПРОЕКТОМ

4.1. Подготовка цифровой картографической основы в программе CREDO ТРАНСФОРМ 4

Интерактивное проектирование инженерно-геодезических сетей, как правило, выполняется на основе цифровых растровых или векторных карт. Подготовка цифровой карты заключается в сканировании бумажной основы, получении ее изображения в растровом формате (например, в формате jpg) и трансформировании.

В процессе трансформирования растрового картографического материала устраняется целый ряд ошибок, обусловленных деформацией бумажного носителя, погрешностями сканера и программного обеспечения. Трансформирование целесообразно выполнить не менее чем по четырем точкам, не лежащим на одной прямой.

Далее требуется выполнить трансформирование и географическую привязку исходной растровой карты СНОВ У-34-37-В-в-4 в заданной системе координат (файл СНОВ10000.JPG) с применением программы CREDO ТРАНСФОРМ 4.

4.1.1. Создание проекта для трансформирования растровой карты

Загрузите программу CREDO ТРАНСФОРМ 4. Для этого в меню **Пуск** следует выбрать программу **Credo / ТРАНСФОРМ 4** или выполнить двойной щелчок левой клавишей мыши по значку данной программы на рабочем столе. Автоматически будет создан новый проект.

Настройки параметров проекта задаются в диалоге **Свойства проекта** (команды **Файл / Свойства проекта**).

В разделе **Карточка проекта** в диалоге **Свойства проекта** установите параметры, как показано на рис. 5.

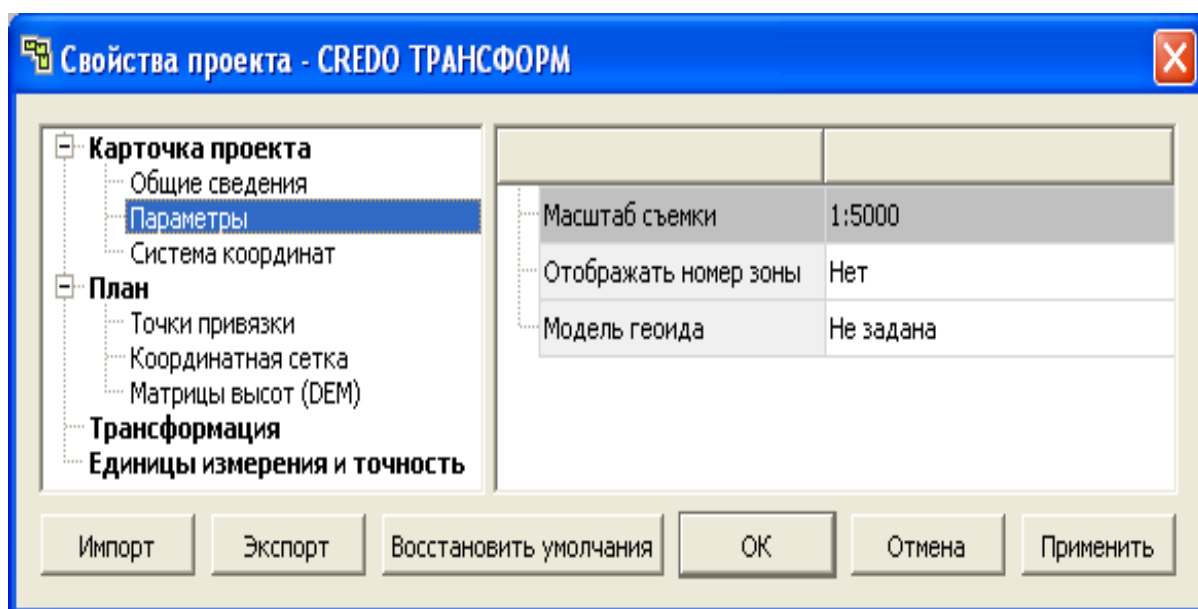


Рис. 5. Настройка параметров для проекта

В разделе *Система координат* появится диалоговое окно *Импорт из геодезической библиотеки*, где выберите *Эллипсоиды / Krassovsky* (рис. 6) и *Датумы / СК-42* (рис. 7).

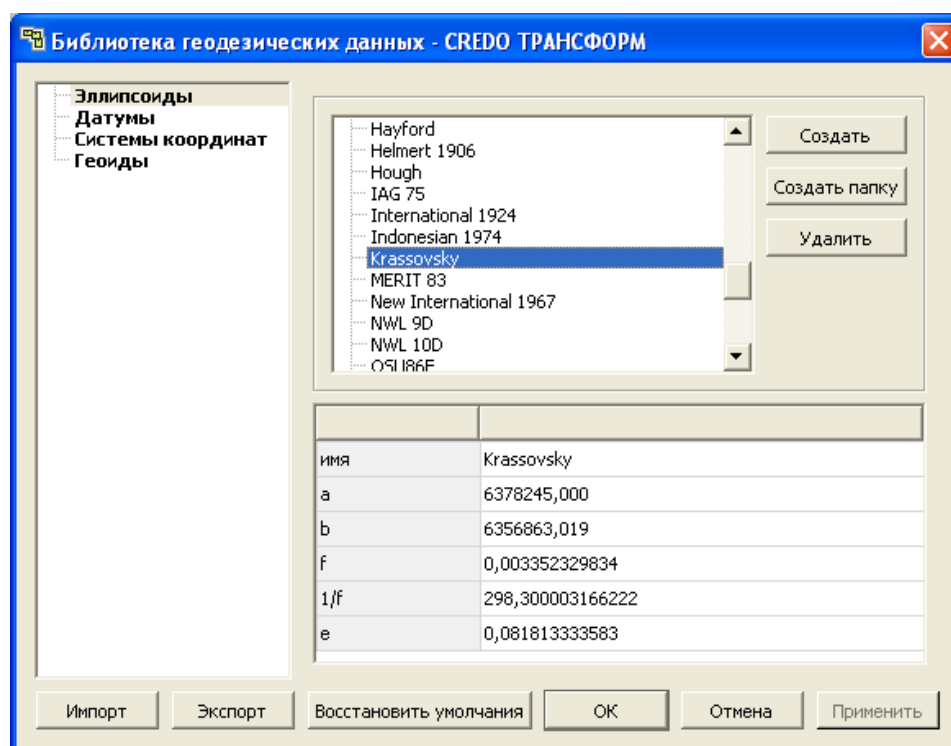


Рис. 6. Выбор общеземного эллипсоида

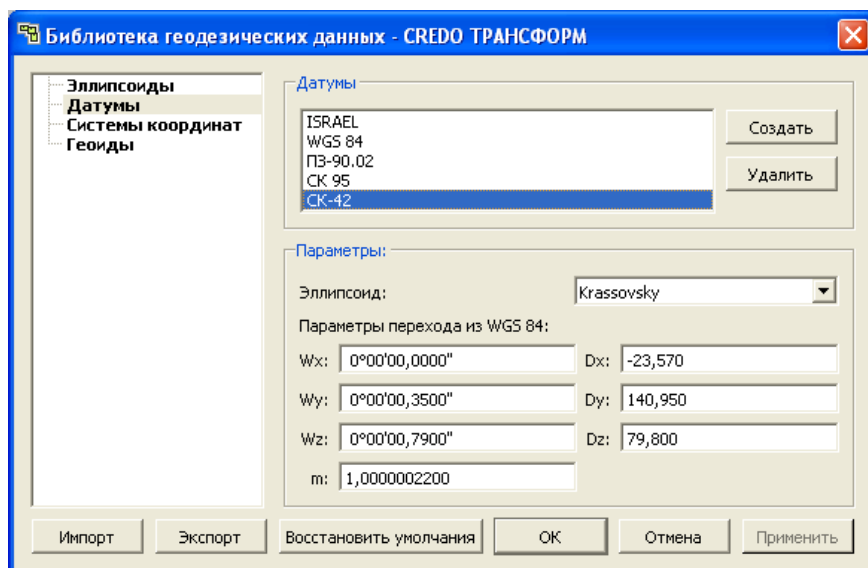


Рис. 7. Выбор системы координат

В разделе *Система координат* по команде *Создать* введите новую зону *ГК(Зона4)* в проекции *Transverse Mercator* с учетом параметров, приведенных на рис. 8. Подтвердите создание системы координат проекта клавишей *Применить*.

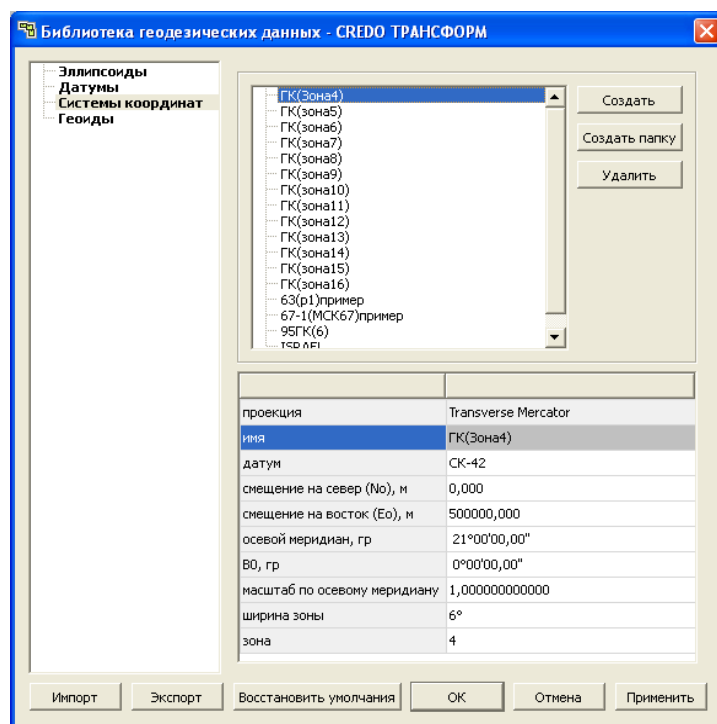


Рис. 8. Выбор и установка параметров зоны

Сохраните новый проект в своей рабочей папке, выполнив команды **Файл / Сохранить**.

4.1.2. Загрузка растра

Для того чтобы загрузить в проект отсканированный лист карты, выполните следующие действия:

1) в меню **Файл** выберите команды **Импорт / Растры без привязки** (рис. 9);

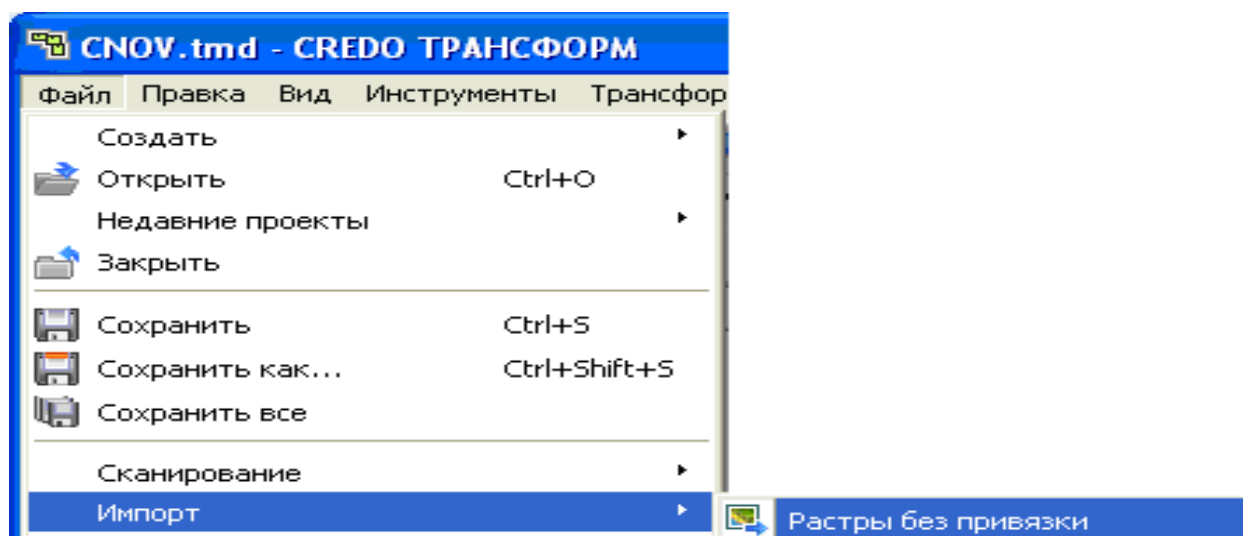


Рис. 9. Команда для загрузки растра для просмотра (без привязки)

2) в открывшемся диалоге **Импорт** установите **Тип файлов – JPG**, затем файл растрового изображения – **СНОВ** и нажмите кнопку **Открыть**;

3) после этого в рабочем окне проекта появится изображение загруженного листа карты;

4) для того чтобы растры отображались в центре графического окна, нажмите кнопку  **Показать все** на панели инструментов, расположенной в окне **План**, или выполните двойной щелчок левой клавишей мыши в данном окне.

4.1.3. Ввод опорных точек

В качестве исходной точки для трансформирования и географической привязки цифровой карты может служить пересечение координатных линий (километровой сетки). Например, на карте (рис. 10) данная точка имеет координаты $X = 6\,065\,000$ м; $Y = 311\,000$ м (в четвертой зоне), которые следует ввести в процессе работы с программой CREDO ТРАНСФОРМ 4, где N соответствует абсциссе (X), а E – ординате (Y).

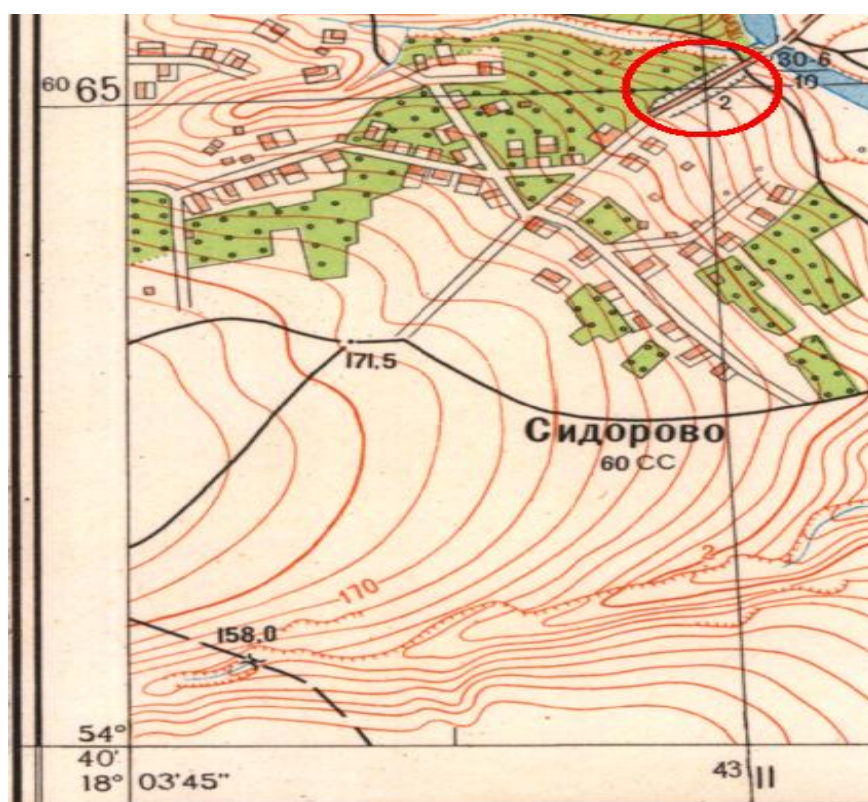


Рис. 10. Фрагмент растровой карты с определенной точкой привязки

Для ввода опорных точек выберите команду  Создать точку привязки в меню **Трансформация**, при этом курсор приобретет вид окружности с точкой в ее центре. Установите курсор в центр точки, выбранной на растре, и нажмите левую клавишу мыши. В появившемся окне **Точка привязки** (рис. 11) введите абсолютные значения координат данной точки в метрах (номер вводится автоматически) и нажмите кнопку **ОК**.

Рис. 11. Диалоговое окно для ввода координат опорных точек

Продолжите ввод других (не менее четырех) опорных точек, имеющих реальные прямоугольные (абсолютные) координаты (рис. 12).

Имя	N, м	E, м	B, гр	L, гр
СНОВ.jpg				
4	6065000,000	314000,000	54°40'30,73"	18°06'58,94"
3	6068000,000	314000,000	54°42'07,62"	18°06'52,06"
2	6068000,000	311000,000	54°42'03,60"	18°04'04,76"
1	6065000,000	311000,000	54°40'26,71"	18°04'11,75"

Рис. 12. Координаты опорных точек для трансформирования

При необходимости можно выполнить проверку расстановки опорных точек с помощью команд **Трансформация / Корректировка точек**, а затем отредактировать и исправить ошибки.

4.1.4. Трансформирование растра

Для запуска процесса трансформирования растра активизируйте команды **Трансформация / Аффинная трансформация**. Погрешность

трансформирования в данном случае не должна быть более 1 м. В противном случае следует проверить расстановку опорных точек и заново выполнить трансформирование раstra.

В результате трансформирования получается физически новая, географически привязанная к местности цифровая карта (в формате *.tmd), созданная на основе алгоритма аффинного преобразования.

Сохраните проект (в формате *.tmd) с результатами трансформирования в личной рабочей папке для дальнейшего использования цифровой карты в программе CREDO_DAT 4.

4.2. Методика выполнения работы при подготовке исходных данных для проектирования в CREDO_DAT 4

В системе CREDO_DAT 4 процесс интерактивного проектирования геодезических сетей заключается в следующем:

- ввод исходных и определяемых пунктов по растровой карте;
- формирование приближенных значений линейных и угловых измерений, а также высот и превышений;
- предварительная обработка и уравнивание проекта сети, в результате которых вычисляются ожидаемые оценки элементов сети, а также строятся схема и эллипсы средних квадратических ошибок положения пунктов.

Процесс интерактивного проектирования является многовариантным и позволяет изменять форму и конструкцию сети, а также устанавливать точности измерений для получения приемлемых оценок определяемых элементов. Следовательно, еще на этапе проекта сети можно выбрать приборы и методы для измерений, обеспечивающих необходимую точность геодезического обоснования топографических съемок и выполнения инженерно-геодезических работ.

Для подготовки исходных данных необходимо создать новый проект в программе CREDO_DAT 4 и открыть цифровую карту (в формате *.tmd), предварительно трансформированную и географически привязанную с помощью программы CREDO ТРАНСФОРМ 4. Ниже приводится последовательность выполнения задания.

1. Загрузите программу CREDO_DAT 4. В результате этого сформируется новый проект, который можно создать также с помощью команд **Файл / Создать / Проект**. Сохраните новый проект в своей рабочей папке, нажав **Файл / Сохранить**.

2. Создайте систему координат проекта ГК (зона 4), заданную в проекте TRANSFORM. Для этого выполните команды **Файл / Свойства проекта**. В открывшемся окне **Свойства gds-проекта** в категории **Карточка проекта / Параметры** установите систему координат и сохраните в **Библиотеке геодезических данных** (рис. 13).

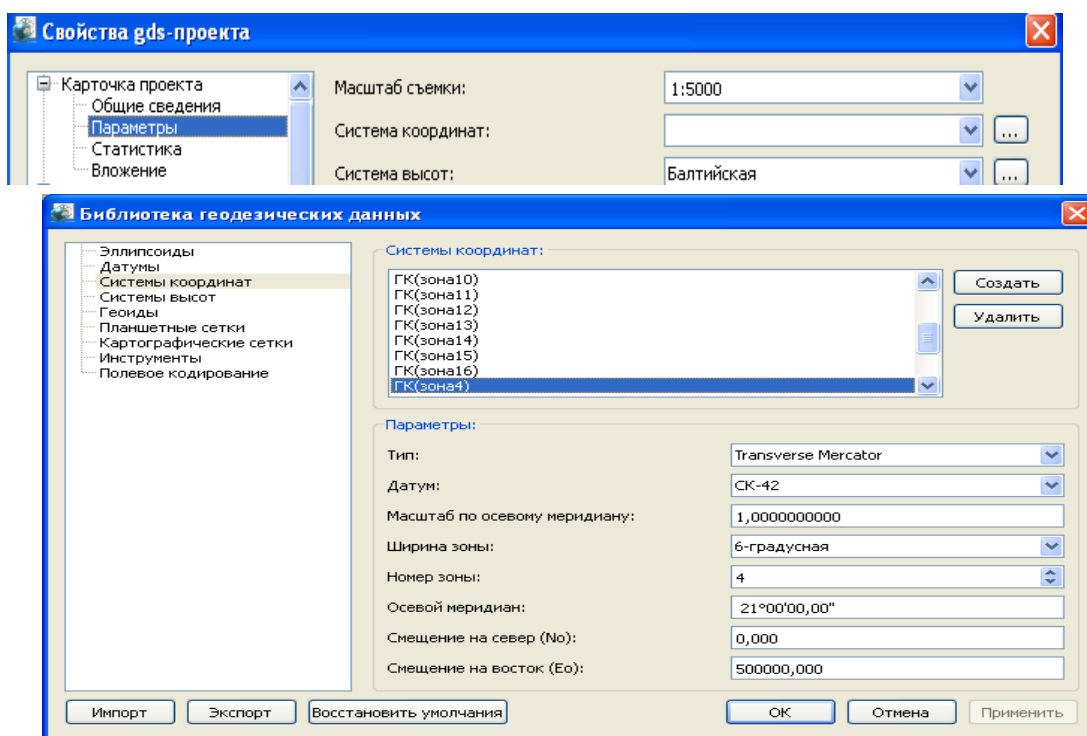


Рис. 13. Настройка параметров и свойств нового проекта

3. Импортируйте растровое изображение формата *.tmd, подготовленное ранее в программе CREDO ТРАНСФОРМ 4. Для этого выполните команды **Файл / Растровые подложки...**, затем в окне навигации выберите **Тип файлов – Подложки CREDO Transform (*.tmd)**, укажите **Имя файла** и нажмите **Открыть**. Растровое изображение появится в окне



Растровые подложки.

Для того чтобы отобразить растровое изображение в графическом окне не  **Схема (плановое обоснование)**, откройте его, если оно не открыто, с помощью команд **Вид / Схема (плановое обоснование)**, затем нажмите кнопку  **Показать все**.

4. Откройте табличное окно **Пункты ПВО** для ввода и редактирования данных с помощью команд **Вид / Пункты ПВО**. В табличном окне  **Пункты ПВО** введите координаты исходных пунктов и их характеристики, полученные в соответствии с заданным вариантом на выполнение проектной работы (варианты с координатами исходных пунктов приведены в прил. 3).

В качестве исходных данных имеются три пункта ГГС 2-го и 3-го классов с известными координатами и отметками с точностью не менее III класса нивелирования, а также один исходный репер нивелирования II и III классов.

Ввод координат и высот исходных пунктов в таблицу  **Пункты ПВО** можно выполнить по аналогии с лабораторной работой № 2 [13, с. 18–19] в ручном или интерактивном режиме. Например, на рис. 14 исходными данными являются пункты ПВО 57 и 45.

Пункты ПВО						
Имя	N	E	Тип NE	Класс NE	Статус NE	
57	1916,834	6714,421		Исходный	2-й класс, I класс ГС	Уравненный
45	-3722,072	4889,490		Исходный	3-й класс, II класс ГС, СГГС-1	Уравненный

Рис. 14. Список исходных пунктов и их характеристик

4.3. Методика выполнения работы при проектировании спутниковых определений в CREDO_DAT 4

Согласно заданию необходимо выполнить проектирование СГС 4-го класса в качестве ОГС для развития съёмочного обоснования и выполнения инженерно-геодезических изысканий. Схема СГС проектируемой сети

должна состоять из 5–6 пунктов и опираться на пункты ГГС как базовые пункты ГНСС. В такой сети нет необходимости обеспечивать взаимную видимость между смежными пунктами.

Выбор мест расположения создаваемых пунктов СГС осуществляется с учетом наличия сохранившихся пунктов ГГС и особенностей спутниковой навигационной аппаратуры. Пункты СГС следует располагать в местах с наиболее благоприятными условиями приема спутниковых сигналов (следует исключать нахождение в непосредственной близости от приемных антенн источников переотражения спутниковых сигналов, а также радиопередающих устройств, которые могут служить источником помех).

На рис. 15 приведен пример СГС, состоящей из двух исходных пунктов ГГС и пяти определяемых пунктов ГНСС. По каждой линии данной сети с помощью спутниковых измерений определяются приращения координат ΔX , ΔY , ΔZ .

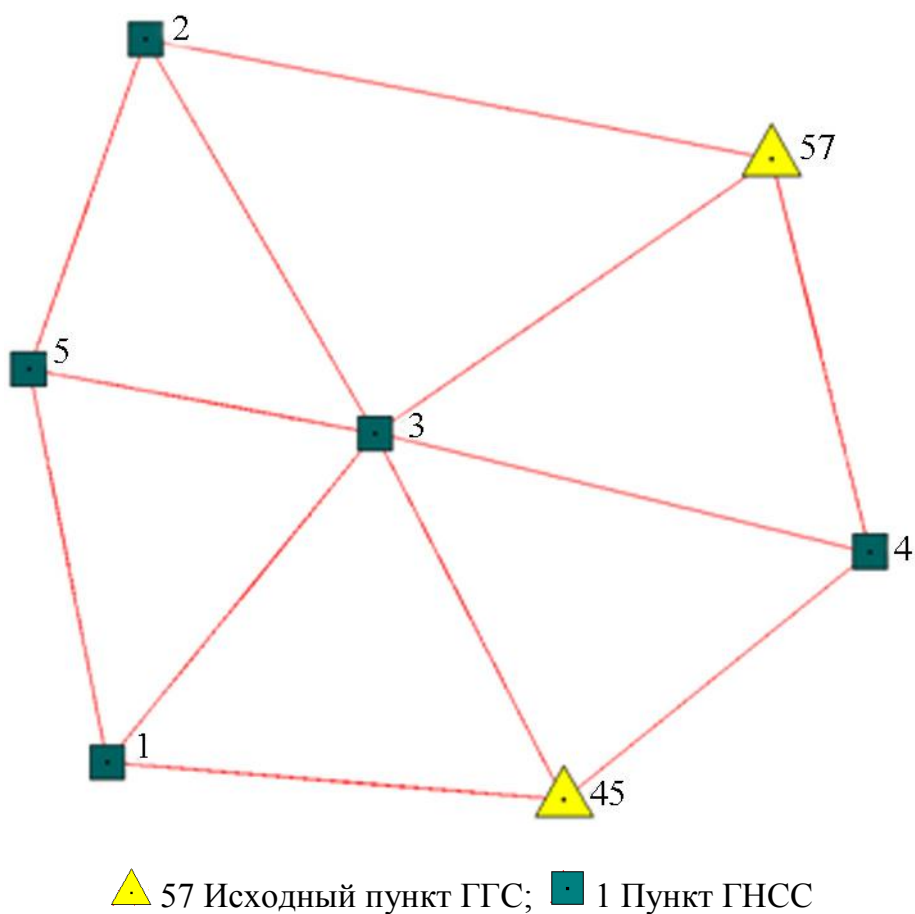


Рис. 15. Пример спутниковой сети

4.3.1. Методика выполнения работы для определения количества векторов и их размещения

Для интерактивного проектирования сети необходимо выполнить следующие действия:

- в первую очередь определите характер местности и положение исходных и определяемых пунктов в соответствии с индивидуальным заданием на проектирование;

- составьте в рабочей тетради (в произвольном масштабе) или на карте интерактивным способом предварительную схему векторной сети исходя из требований инструкции [5] и согласуйте с преподавателем (заказчиком);

- для реализации проекта и создания пунктов 4-го класса на цифровой карте нажмите правую клавишу мыши в графическом окне программы CREDO_DAT 4, чтобы увидеть меню (рис. 16), где следует выбрать команды *Создать* /  *Пункт ПВО*;

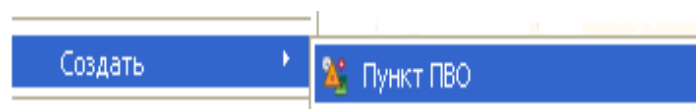
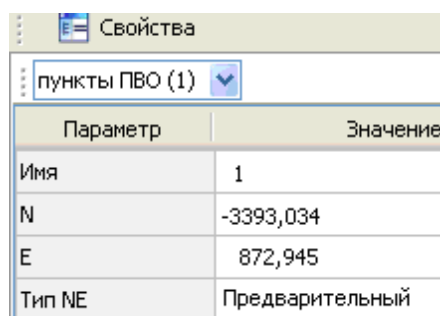


Рис. 16. Выбор команды для создания нового пункта

- левой клавишей мыши укажите курсором место расположения пункта на карте. Появится окно свойств (рис. 17), в котором введите имя пункта, установите статус координат NE – *Предварительный*, а также класс – **4** и другие параметры. Интерактивное создание нового пункта ПВО можно выполнить также с помощью инструмента  *Создание пункта*;

- аналогично этому запроектируйте оставшиеся пункты ГНСС 4-го класса.



Параметр	Значение
Имя	1
N	-3393,034
E	872,945
Тип NE	Предварительный

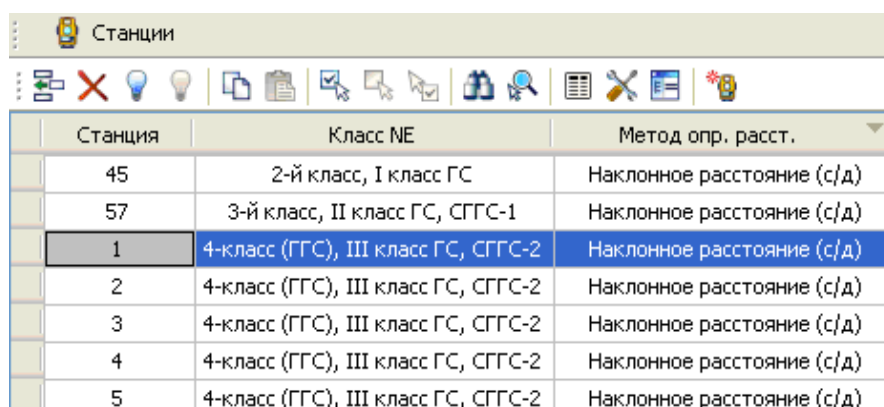
Рис. 17. Диалоговое окно **Свойства** пункта для ввода и редактирования данных

Созданные интерактивным методом пункты будут автоматически добавлены в таблицу **Пункты ПВО** (см. рис. 14).

4.3.2 Формирование таблиц измеряемых величин

Проектирование ГНСС-векторов плановой спутниковой сети 4-го класса можно выполнить по примеру линейных геодезических построений (засечек) или трилатерации по аналогичной методике, изложенной в лабораторной работе № 2 [13].

Выберите вкладку  **Станции**, где внесите названия всех пунктов, участвующих в ГНСС-наблюдениях. Например, для сети ГНСС, приведенной на рис. 15, таблица  **Станции** (т. е. пункты установки спутниковых приемников) примет вид, указанный на рис. 18.

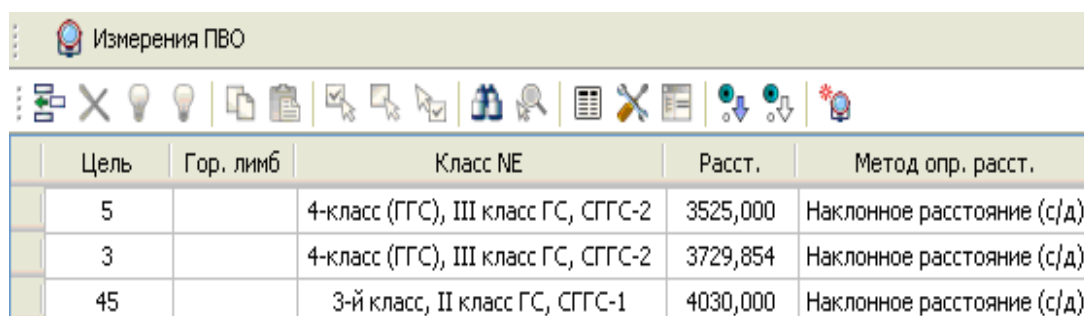


Станция	Класс NE	Метод опр. расст.
45	2-й класс, I класс ГС	Наклонное расстояние (с/д)
57	3-й класс, II класс ГС, СГГС-1	Наклонное расстояние (с/д)
1	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	Наклонное расстояние (с/д)
2	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	Наклонное расстояние (с/д)
3	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	Наклонное расстояние (с/д)
4	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	Наклонное расстояние (с/д)
5	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	Наклонное расстояние (с/д)

Рис. 18. Таблица с описанием станций для измерений

Во вкладке  **Станции** установите курсор на строку с номером станции, например **1** (см. рис. 18).

Далее выберите вкладку  **Измерения ПВО**, в которой введите номера целей для измерений, например **5, 3, 45** (рис. 19), или интерактивно добавьте эти строки с помощью инструмента  **Создание измерения ПВО**, поочередно указывая на карте соответствующие пункты для измерений.



Цель	Гор. лимб	Класс НЕ	Расст.	Метод опр. расст.
5		4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	3525,000	Наклонное расстояние (с/д)
3		4-класс (ГГС), III класс ГС, СГГС-2	3729,854	Наклонное расстояние (с/д)
45		3-й класс, II класс ГС, СГГС-1	4030,000	Наклонное расстояние (с/д)

Рис. 19. Таблица с описанием целей для измерений

В таблицу  **Измерения ПВО** в колонку **Расст.** необходимо ввести длины линий (см. рис. 19). Для измерения длин линий по карте используется инструмент, активизируемый с помощью команд **Расчеты / ОГЗ для двух пунктов** (рис. 20).



ОГЗ для двух пунктов	
1	-3393,034, 872,945
5	64,832, 188,264
Дирекционный угол:	348°47'59,68"
Расстояние:	3525,000

Рис. 20. Определение длины измеряемого вектора 1–5 по карте

Повторите описание целей наблюдений для других станций измерений аналогичным образом.

4.3.3. Оценка точности положения пунктов спутниковых определений

Для оценки точности проекта спутниковой сети можно предположить, что имеется сеть трилатерации, в которой измерены все длины сторон с точностью, соответствующей ГГС 4-го класса. В этом случае необходимо определить по цифровой карте длины векторов данной сети и ввести полученные результаты в соответствующие таблицы измерений ПВО программы CREDO_DAT 4.

Оценку точности векторов спутниковой сети 4-го класса можно выполнить по следующей методике.

В диалоговом окне *Свойства gds-проекта* в разделе *Уравнивание* установите *Общие параметры* (рис. 21), которые будут использоваться в дальнейших расчетах.

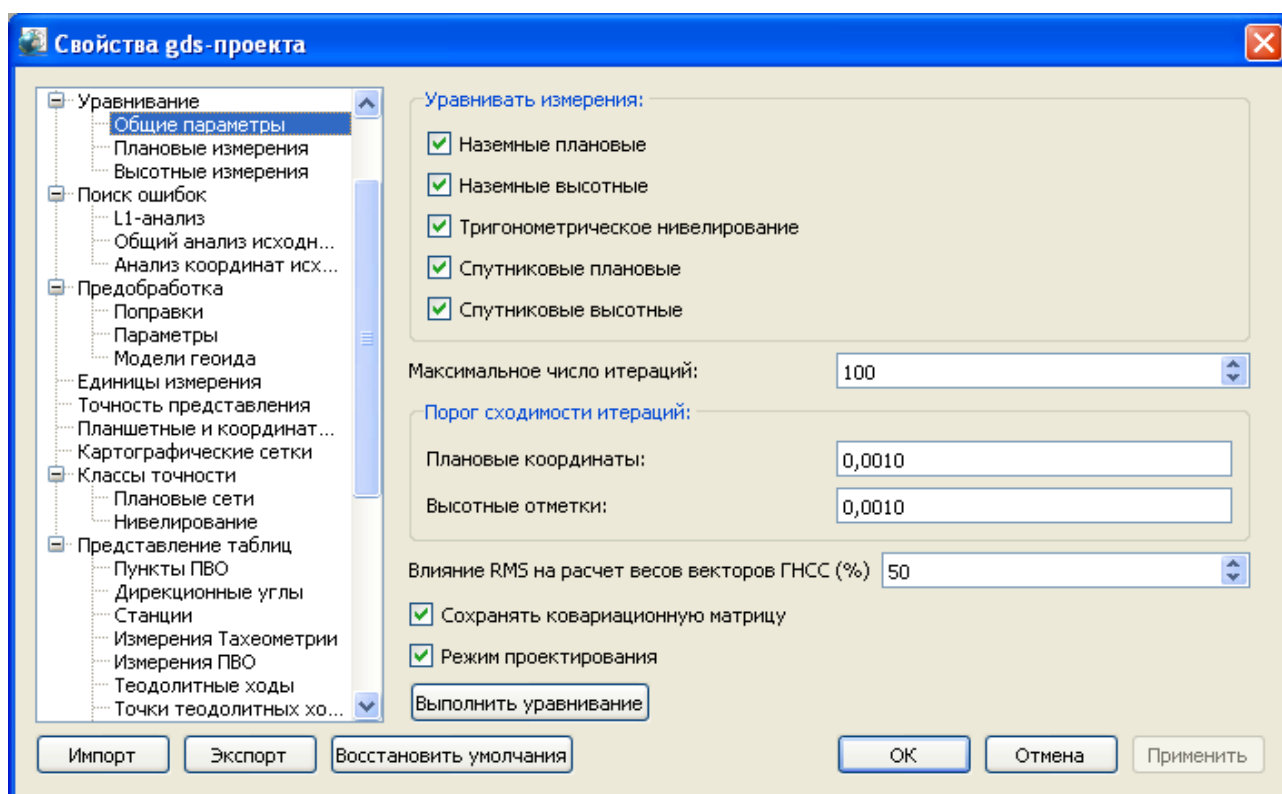


Рис. 21. Диалоговое окно *Свойства gds-проекта* для настройки параметров

В том же окне в категории **Уравнивание** раздела **Плановые измерения** установите соответствующие опции во вкладке **Режим уравнивания** (рис. 22).

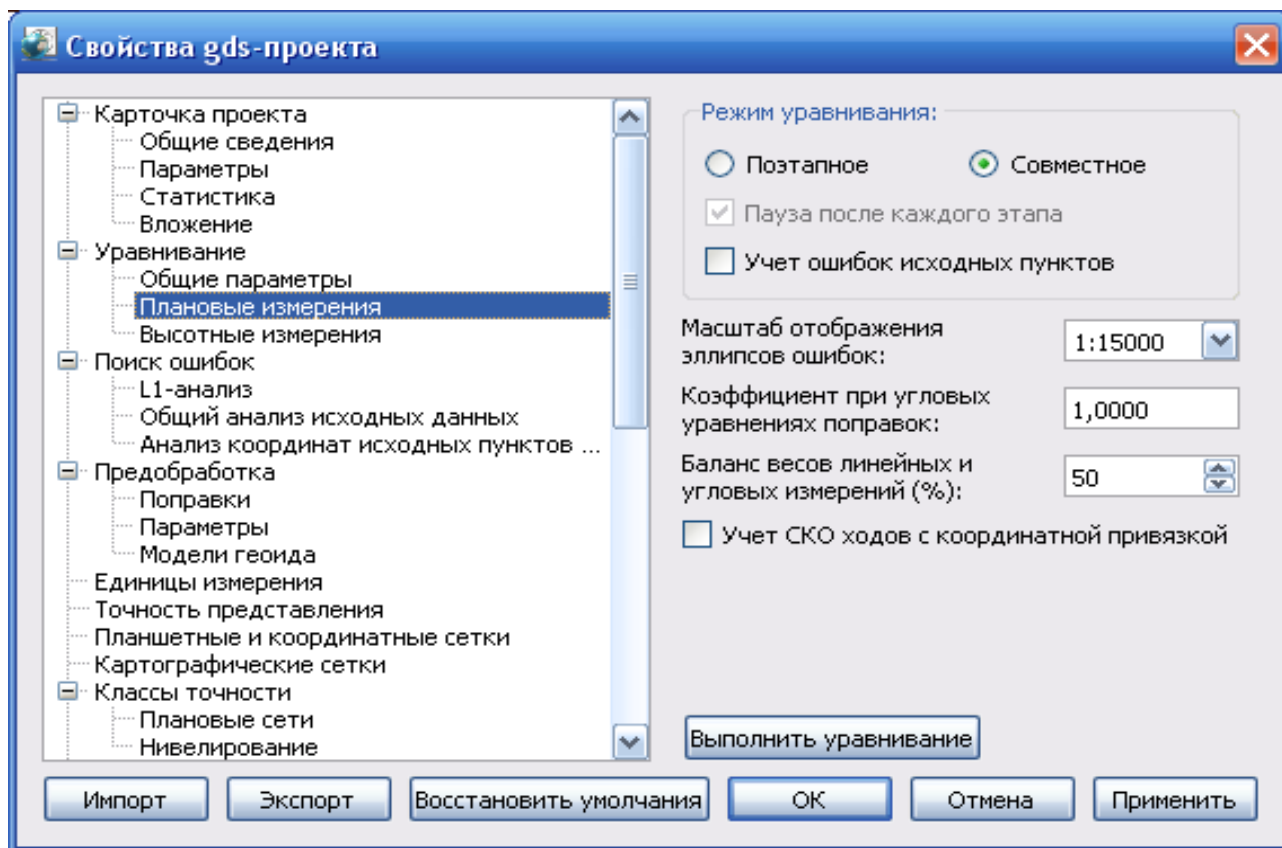


Рис. 22. Диалоговое окно **Свойства gds-проекта** для настройки режима уравнивания плановых измерений

В диалоговом окне **Свойства gds-проекта** в разделе **Классы точности** для обработки плановых сетей установите следующие параметры, приведенные на рис. 23.

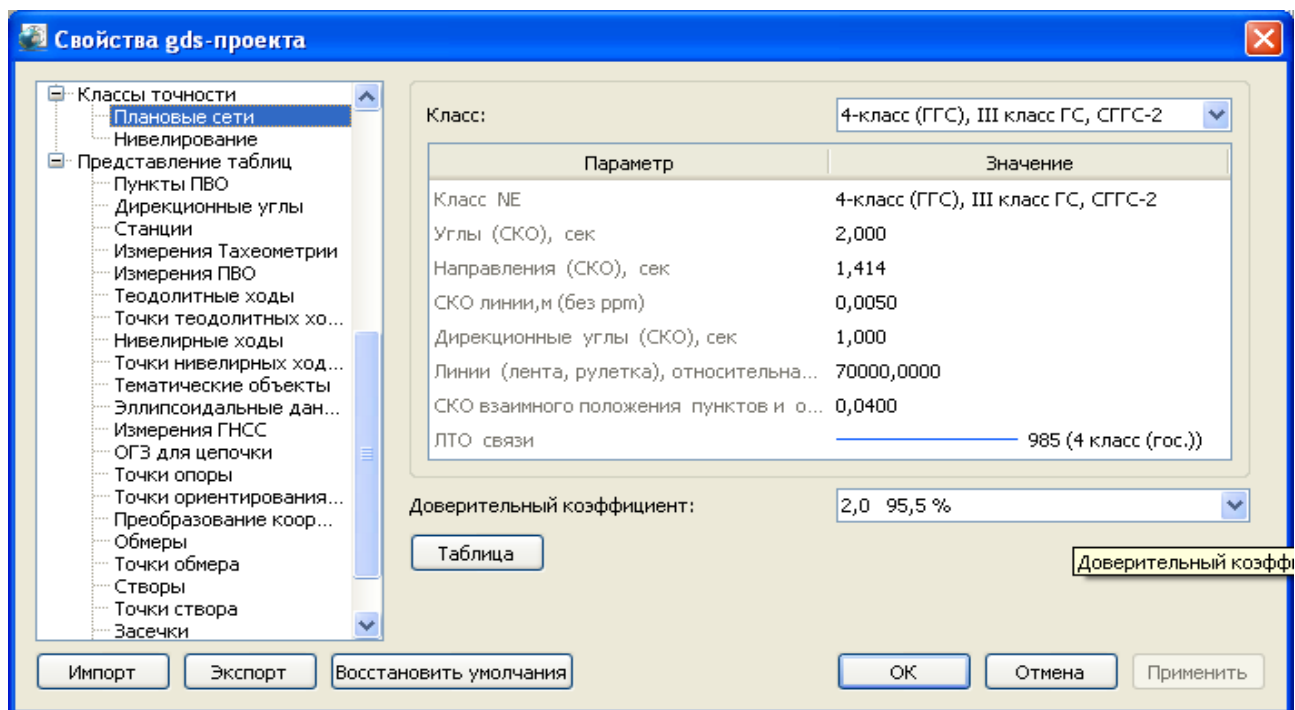


Рис. 23. Настройки параметров *Класс точности* для плановых сетей

Выполните команды *Расчеты / Предобработка / Расчет* (рис. 24) и в диалоговом окне *Предобработка* подтвердите действие, нажав на кнопку *Готово*. В результате предобработки должна быть составлена схема измерений для заданной сети. Причем все определяемые пункты, за исключением исходных, приобретают статус *Вычисленный*.

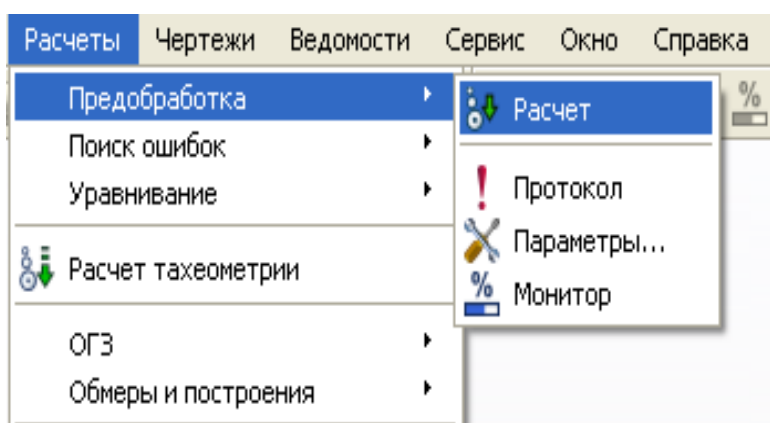


Рис. 24. Команда для предварительной обработки сети

Выполните команды **Расчеты / Уравнивание / Расчет** (рис. 25) и в информационном окне **Уравнивание** подтвердите действие, нажав на кнопку **Готово**.

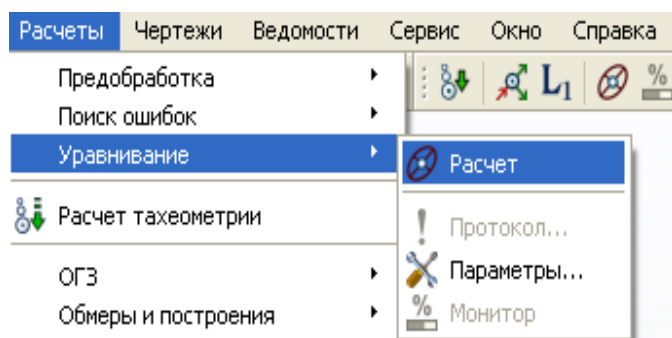


Рис. 25. Команда для окончательной обработки сети

В результате обработки в графическом окне **Схема (плановое обоснование)** появится графическое отображение эллипсов ошибок (рис. 26), представляющих собой совокупность погрешностей положения пунктов ПВО по различным направлениям на плоскости.

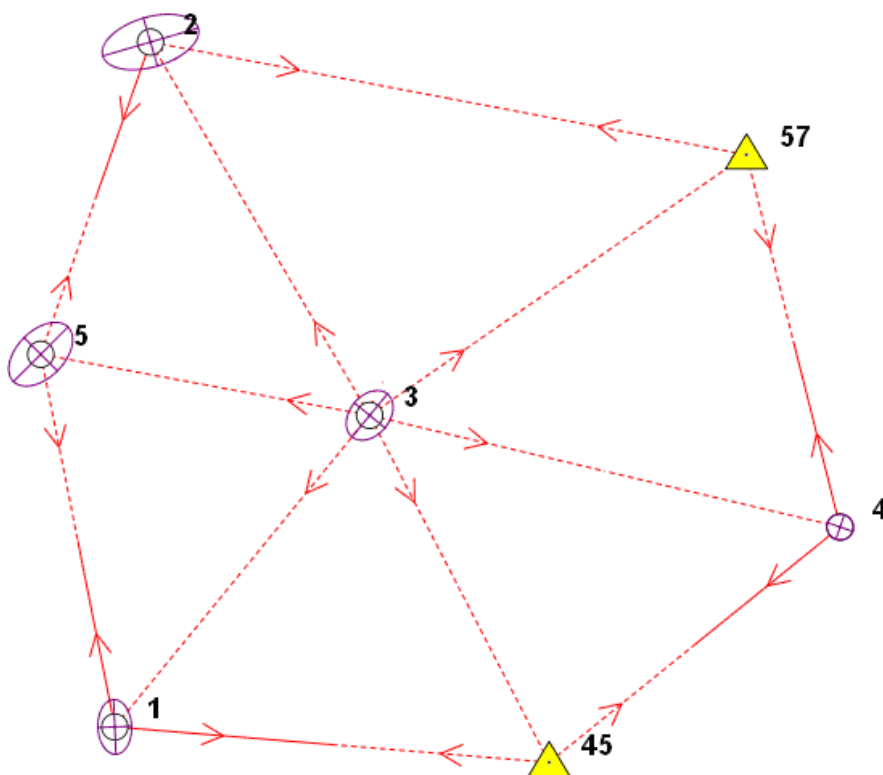


Рис. 26. Эллипсы ошибок положения определяемых пунктов

Эллипсы ошибок определяются тремя параметрами: a – большой полуось; b – малой полуось; α – дирекционным углом большой полуоси.

Эллипсы ошибок, построенные в графическом окне, наглядно определяют область вероятного положения определяемых пунктов на плоскости. Форма и ориентировка эллипсов ошибок выражают также распределение ошибок в сети и позволяют определить наиболее слабое место в отношении точности координат определяемых пунктов.

По результатам оценки точности формируется соответствующая ведомость, которую можно вывести с помощью команд **Ведомости / Ведомости оценки точности положения пунктов...** (табл. 5).

Таблица 5

Ведомость оценки точности положения определяемых пунктов

Пункт	M	M_x	M_y	a	b	α
1	2	3	4	5	6	7
1	0,030	0,025	0,016	0,025	0,016	177° 39' 37,98"
2	0,051	0,026	0,045	0,046	0,023	73° 37' 12,15"
3	0,032	0,023	0,022	0,026	0,018	39° 27' 28,05"
4	0,017	0,012	0,012	0,012	0,012	109° 00' 35,78"
5	0,042	0,030	0,030	0,036	0,022	44° 51' 50,60"

Примечания: M – общая ошибка положения пункта; M_x , M_y – ошибки положения пункта по осям координат; a , b , α – параметры эллипсов ошибок.

Проанализируйте результаты оценки и определите наиболее слабое место в сети в отношении точности координат определяемых пунктов. Предельные погрешности положения пунктов планового обоснования ($m_{пр}$) относительно пунктов государственной геодезической сети не должны превышать на открытой местности и на застроенной территории 0,2 мм в масштабе карты и 0,3 мм – при съемке местности, закрытой древесной и кустарниковой растительностью.

$$m_{\text{пр}} = 0,2 \text{ мм} \cdot T, \quad (2)$$

где T – знаменатель масштаба.

Определите погрешности взаимного положения смежных пунктов ГНСС интерактивным способом. Для этого активизируйте инструменты **Расчеты / ОГЗ для двух пунктов**, затем укажите последовательно любых два пункта на схеме сети, например 1 и 2 (рис. 27).

ОГЗ для двух пунктов	
1	-3393,034, 872,945
2	2962,302, 1202,938
Дирекционный угол:	2°58'20,45"
Расстояние:	6363,898
СКО дир. угла:	0°00'01,450"
СКО расстояния:	0,0185
Относительная:	1:343636

Рис. 27. Данные из решения обратной геодезической задачи

Аналогично можно определить погрешности взаимного положения любой пары пунктов, а результаты вычислений увидеть в таблице

 **ОГЗ для двух пунктов** (рис. 28).

ОГЗ для двух пунктов							
Нач.пункт	Конеч.пункт	СКО дир. угла	Расстояние	СКО расстояния	Относ. ошибка	СКО взаим. положения	
1	5	0°00'01,637"	3525,000	0,0144	1:244310	0,031	
1	2	0°00'01,450"	6363,898	0,0185	1:343636	0,048	
1	3	0°00'01,175"	3736,345	0,0208	1:179553	0,030	
1	4	0°00'00,855"	6958,982	0,0204	1:341117	0,035	
3	5	0°00'01,259"	3093,910	0,0236	1:131029	0,030	
3	2	0°00'01,509"	4008,202	0,0283	1:141703	0,041	
3	4	0°00'01,250"	4471,553	0,0234	1:191000	0,036	

Рис. 28. Погрешности взаимного положения пунктов

Предельная погрешность взаимного планового положения смежных пунктов опорной геодезической сети после ее уравнивания не должна превышать 5 см. Сравните результаты оценки точности с предельной ошибкой. Если проектные оценки превышают предельную погрешность взаимного планового положения смежных пунктов, то следует внести изменения в проект опорной сети (изменить точность измерений, и/или форму, и/или конструкцию сети).

Сохраните ведомости оценки точности положения пунктов ПВО и проект сети ГНСС в личной рабочей папке.

4.4. Методика выполнения работы при проектировании нивелирной сети IV класса

Проект нивелирной сети IV класса должен быть выполнен по требованиям, установленным в ГКИНП (ГНТА)-03-010–03 [12].

Определение высот пунктов СГС в данном проекте предлагается выполнить геометрическим нивелированием IV класса. Для этого следует запроектировать построения в виде нивелирной сети и/или ходов нивелирования IV класса по пунктам спутниковой сети 4-го класса, опираясь на исходные пункты ГГС с известными отметками, полученными из нивелирных работ старшего класса. Примером может служить приведенная на рис. 29 нивелирная сеть, состоящая из одиночного нивелирного хода, проложенного между исходными пунктами ГГС (45 и 57), и системы ходов (замкнутых полигонов) с узловыми точками (1–3, 5).

Проектирование и оценку точности нивелирной сети IV класса можно выполнить по методике, изложенной в лабораторной работе № 4 [13, с. 44].

Перед созданием проекта нивелирной сети IV класса составьте примерную схему нивелирования по пунктам ГНСС 4-го класса в произвольном масштабе. Затем определите по карте превышения (с точностью 0,1 м) и длины линий (с точностью 0,1 км) по каждому ходу. В качестве нивелирного хода могут выступать:

- линия между исходными пунктами;
- линия между исходным и узловым пунктами;
- линия между узловыми пунктами.

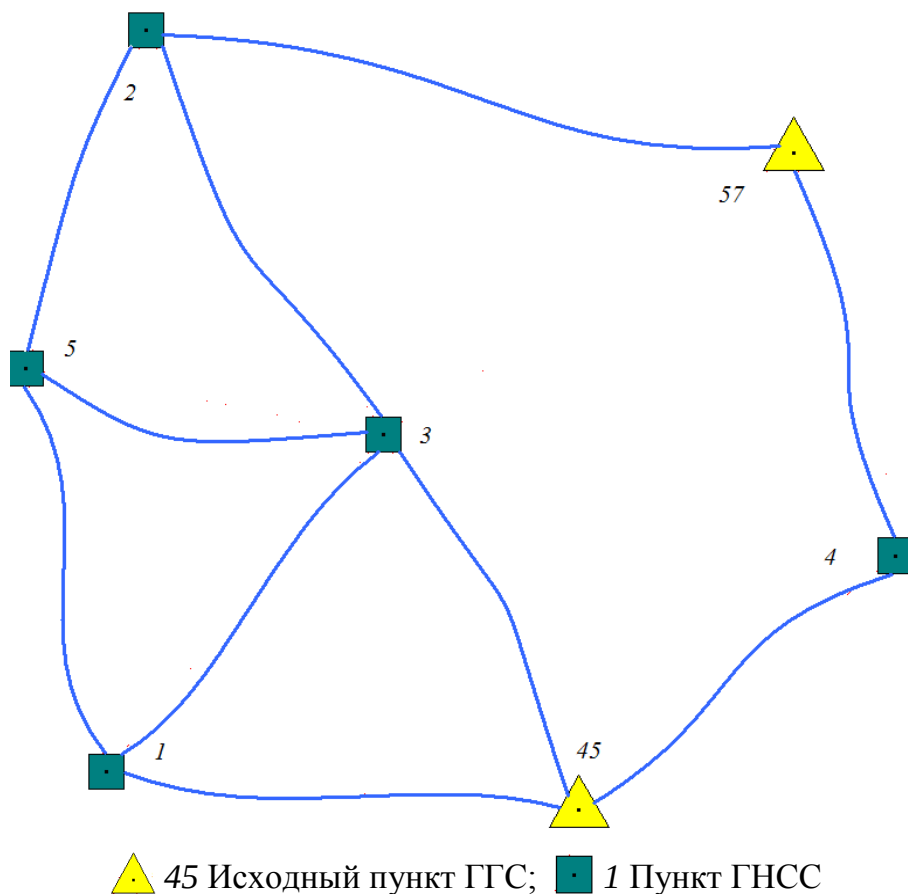


Рис. 29. Схема геометрического нивелирования IV класса

Каждая линия должна быть представлена в отдельной таблице нивелирного хода  Точки нивелирных ходов, а список (количество) ходов устанавливается в таблице  Нивелирные ходы.

Длины ходов можно измерить по растру с помощью инструментов *Расчеты / ОГЗ для двух пунктов* или *Расчеты / ОГЗ для цепочки* или взять из таблицы  *Измерения ПВО*.

Определите превышения по всем ходам нивелирной сети. Для этого целесообразно выполнить следующие шаги:

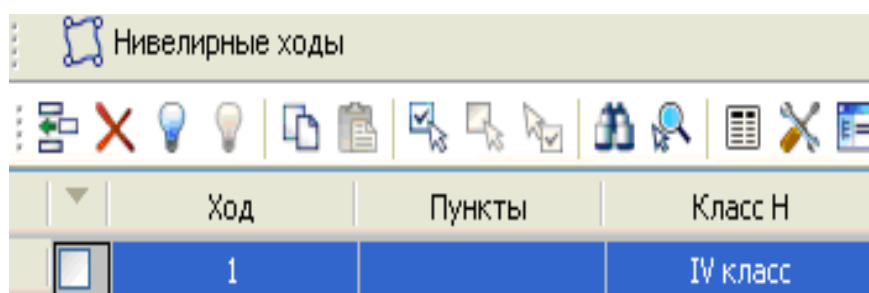
- определите по карте (по горизонталям) отметки пунктов и введите их в таблицу  Пункты ПВО. Присвойте отметкам определяемых пунктов *Тип Н – Рабочий (Статус Н – Необработанный)*;

- с помощью инструмента *Расчеты / ОГЗ для цепочки* последовательно захватите курсором пункты, расположенные по нивелирным хо-

дам. Результаты определений автоматически попадают в таблицу вычислений **ОГЗ для цепочки**.

Превышения можно определить непосредственно по данным на карте.

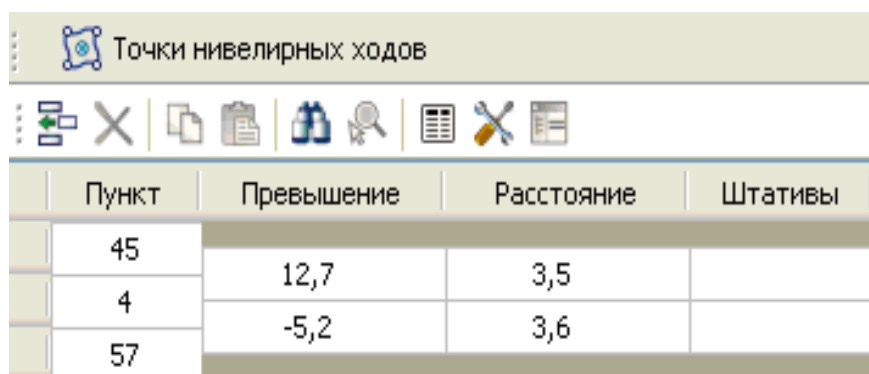
Откройте таблицу  **Нивелирные ходы** (рис. 30), в которой введите номер хода (например, 1 в колонке **Ход**) и класс точности – IV класс (в колонке **Класс Н**). Колонка **Пункты** в данной таблице заполняется автоматически после описания хода в таблице  **Точки нивелирных ходов**.



Ход	Пункты	Класс Н
1		IV класс

Рис. 30. Таблица для общего описания нивелирных ходов

В таблице  **Точки нивелирных ходов** введите названия пунктов соответствующего нивелирного хода, а также превышения (в метрах) и длины линий (в км). Например, для нивелирного хода 1 между пунктами 45 и 57, приведенного на схеме (рис. 29), описание таблицы приобретает вид, представленный на рис. 31. Аналогично выполняется описание для других ходов в отдельных таблицах.



Пункт	Превышение	Расстояние	Штативы
45			
4	12,7	3,5	
57	-5,2	3,6	

Рис. 31. Таблица для описания точек нивелирного хода

Для выбора параметров точности нивелирных работ вызовите окно *Свойства gds-проекта*, где выберите инструменты *Классы точности / Нивелирование*, а затем *Класс – IV класс* (рис. 32).

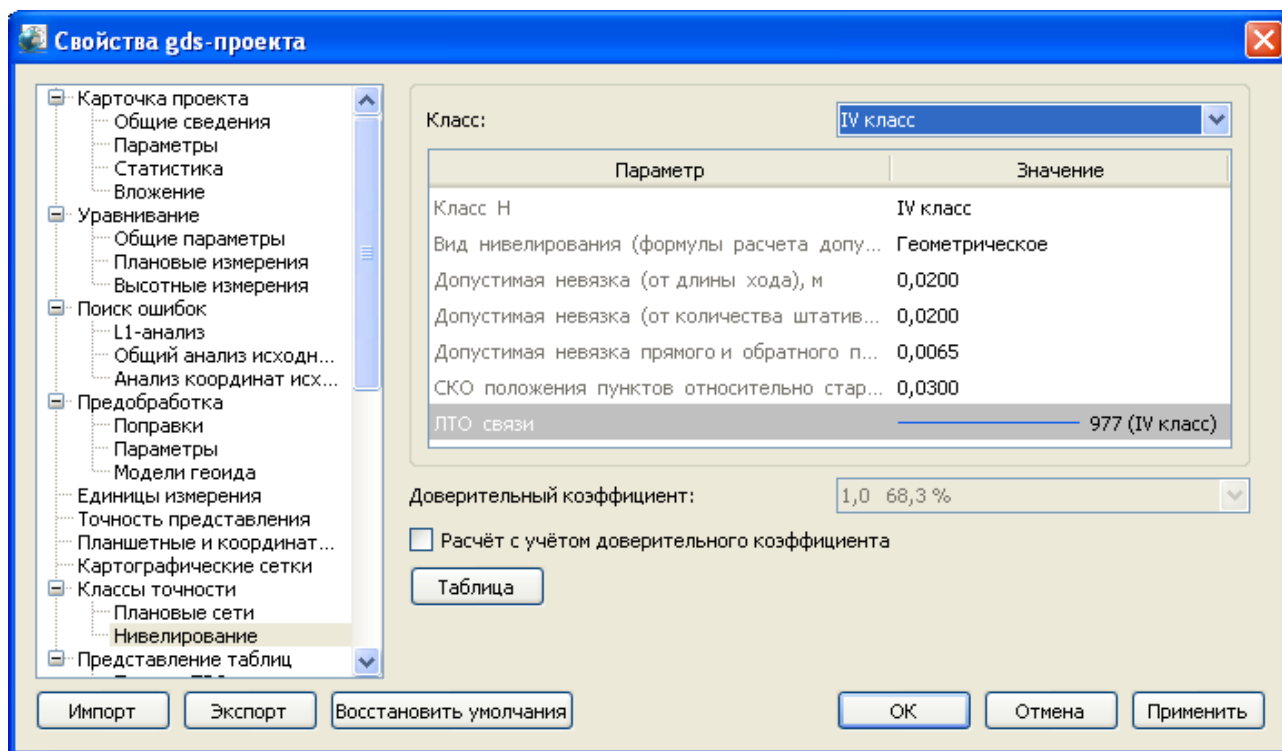


Рис. 32. Характеристики точности нивелирования IV класса

В окне *Свойства gds-проекта* (рис. 33) установите также необходимые режимы уравнивания для высотных измерений, затем – *Масштаб отображения СКО отметок – 1 : 25 000* и подтвердите командой *Применить*.

Выполните предобработку проекта нивелирных ходов. Для этого используйте команды *Расчеты / Предобработка / Расчет* и в диалоговом окне *Предобработка* подтвердите *Готово*.

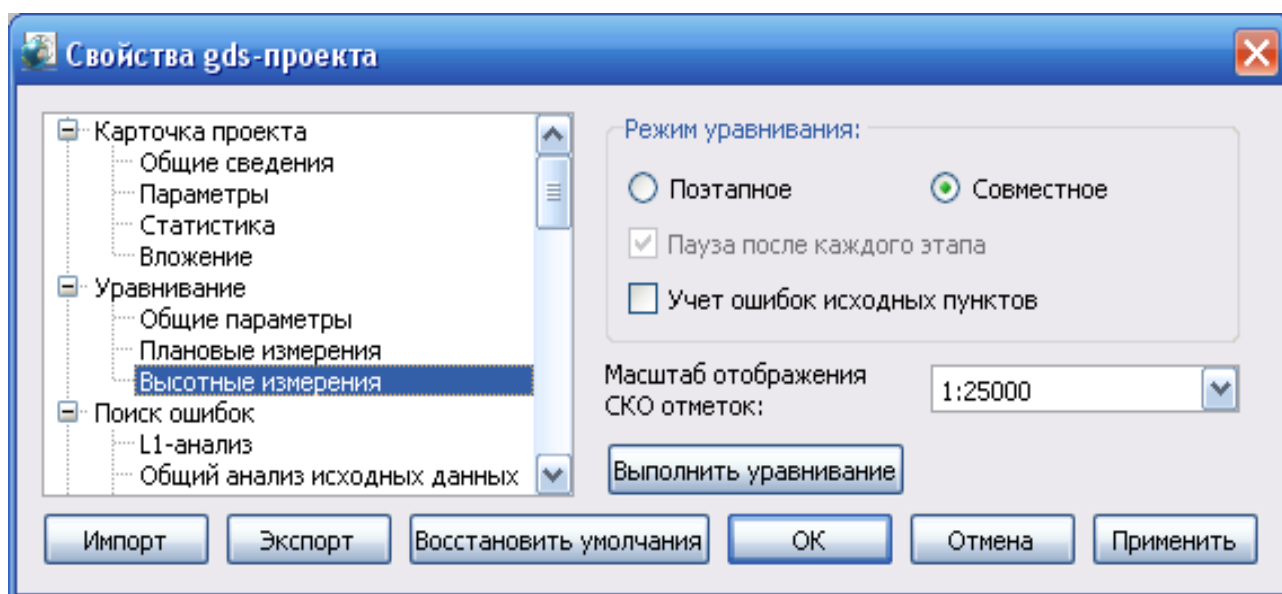


Рис. 33. Диалоговое окно *Свойства gds-проекта* для настройки режима уравнивания высотных измерений

В результате предобработки будет построена схема нивелирования, которую можно представить в графическом окне *Схема (плановое обоснование)*. Для этого используйте фильтр видимости *Высотное обоснование* (рис. 34).

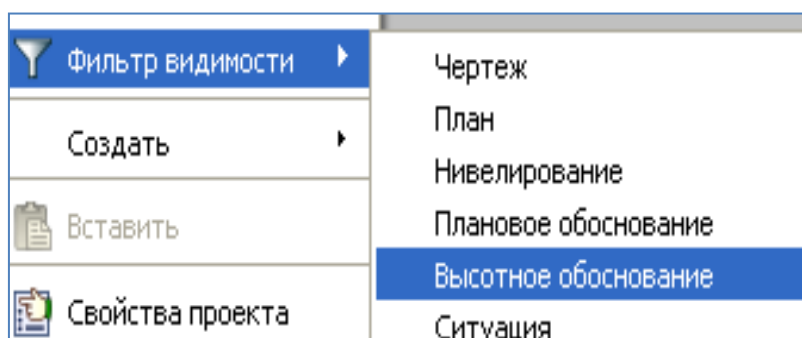


Рис. 34. Меню для настройки фильтра видимости

Выполните команды *Расчеты / Уравнивание / Расчет* и затем в информационном окне *Уравнивание* подтвердите *Готово*. Результаты вычислений должны появиться в колонке M_H в ведомости оценки точности положения определяемых пунктов.

Проанализируйте полученные результаты оценки и определите наиболее слабое место в сети в отношении точности высот определяемых пунктов. Сравните с допустимой погрешностью, определяемой по формуле

$$M_{H_{\text{доп}}} = \frac{1}{4} \times h, \quad (3)$$

где h – высота сечения рельефа.

Определите ошибку M_h взаимного положения смежных пунктов i и j по высоте в наиболее слабом месте нивелирной сети по формуле

$$M_h^2 = M_{Hi}^2 + M_{Hj}^2. \quad (4)$$

Сохраните ведомость оценки точности положения пунктов ПВО и весь проект в личной рабочей папке.

4.5. Особенности проектирования и априорной оценки точности геодезических сетей 1-го разряда

Целью проектирования полигонометрических ходов 1-го разряда является доведение плотности пунктов геодезических сетей до одного на 1 км^2 . Проект полигонометрических ходов 1-го разряда создается в соответствии с требованиями, приведенными в табл. 4. При проектировании линий хода необходимо предусмотреть видимость между смежными пунктами со штатива, установленного на земле. Кроме того, следует предусмотреть измерения длин сторон, горизонтальных углов и углов наклона с помощью современных электронных тахеометров. Измерение углов наклона позволит определить отметки пунктов полигонометрических ходов из тригонометрического нивелирования. В этом случае следует определить условия и точность измерений для обеспечения необходимой точности съемки рельефа с высотой сечения 1 м.

Если тригонометрическое нивелирование не обеспечивает точности съемки рельефа, равной $1/4$ от высоты сечения (в данном случае – 0,25 м), то следует запроектировать геометрическое нивелирование технического класса точности.

В данном проекте предлагается запроектировать полигонометрические ходы 1-го разряда между исходными пунктами старшего класса с учетом требований, приведенных в табл. 4.

Создание проекта, описание измеряемых величин и оценку точности системы полигонометрических ходов как линейно-угловой сети можно выполнить по аналогии с методикой выполнения работы, представленной в подразд. 4.3 по созданию проекта сети ГНСС. В линейно-угловой сети кроме линейных измерений следует предусмотреть также измерения углов поворота и примычных углов.

4.6. Задание для самостоятельной работы

Запроектируйте систему полигонометрических ходов 1-го разряда в виде отдельных ходов и систем ходов с узловыми точками, примерная схема которых приведена на рис. 35.

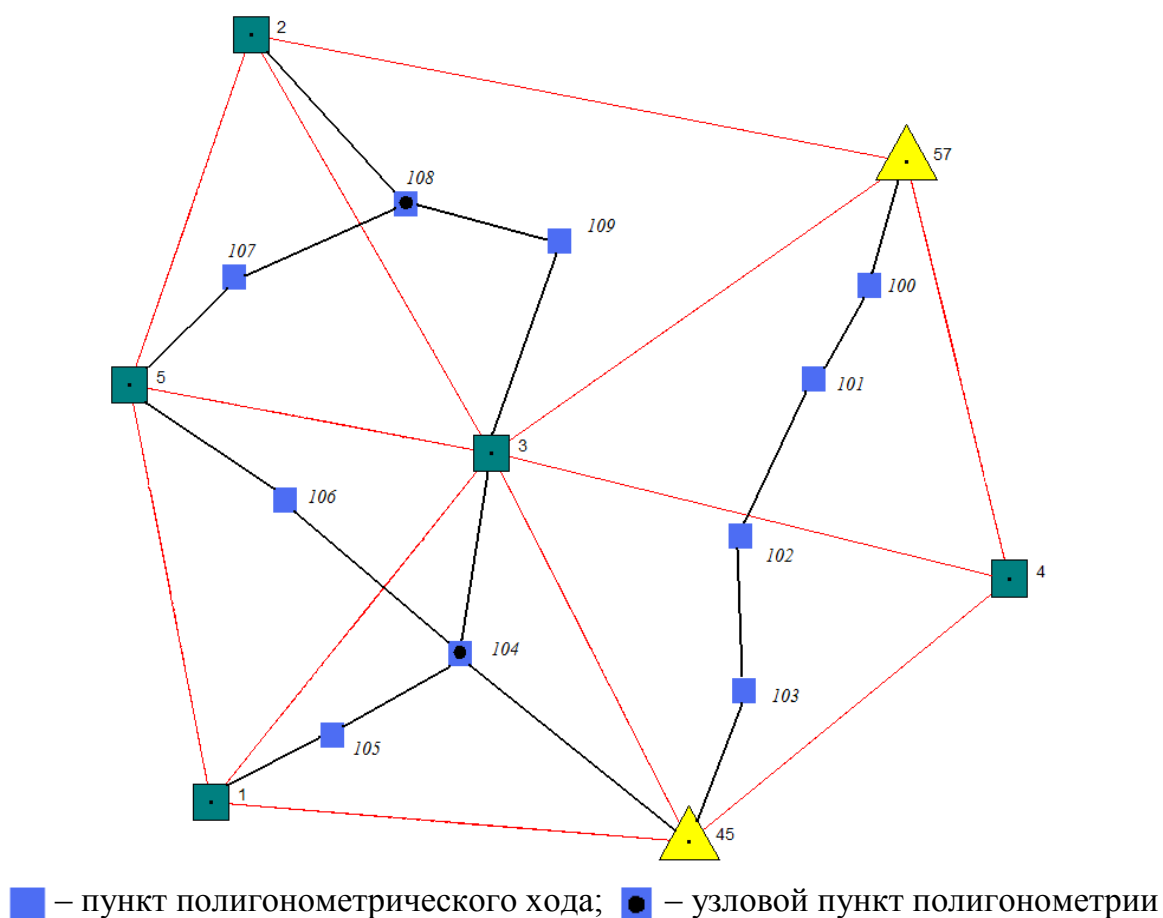


Рис. 35. Возможная схема полигонометрических ходов 1-го разряда

Составьте описание полигонометрических ходов как линейно-угловых построений с измеряемыми углами и длинами сторон. Формирование таблиц измеряемых величин в этом случае аналогично описанию сети ГНСС, рассмотренному в подразд. 4.3.2.

Выполните оценку полигонометрии 1-го разряда и анализ точности полученных результатов на основе итоговой ведомости («Ведомость оценки точности положения пунктов ПВО»).

Определите ожидаемые относительные погрешности ходов 1-го разряда и сравните с допустимыми значениями. Если полученные результаты расчета точности не отвечают требованиям инструкции (1 : 10 000), то следует внести изменения в такой вариант проекта (учитывая форму и конструкцию ходов, точность и количество избыточных измерений).

Сохраните результаты оценки точности и приемлемый вариант проекта сети полигонометрических ходов 1-го разряда в личной рабочей папке.

5. РАСЧЕТ СМЕТНОЙ СТОИМОСТИ ПРОЕКТА

5.1. Состав сметы проекта производства инженерно-геодезических работ

5.1.1. Общие сведения о работе со справочником базовых цен на инженерно-геодезические изыскания

В сметной части проекта приводят расчет необходимых затрат на выполнение проектируемых работ. Расчет сметной стоимости производится по справочнику базовых цен на инженерно-геодезические изыскания для строительства (СБЦ) [14]. В СБЦ цены приведены к базисному уровню на 01.01.2001.

Указанные в СБЦ цены рассчитаны для условий производства изысканий в средней полосе европейской части Российской Федерации (по уровню заработной платы), благоприятного периода года и нормального режима проведения изыскательских работ. При определении сметной стоимости изысканий, выполняемых в других районах Российской Федерации (горные, пустынные или территории Крайнего Севера), на территориях со специальным режимом (районы и участки, где неизбежны перемены или затруднения, связанные с потерями рабочего времени при изысканиях), а также в неблагоприятный период года, к ценам применяются повышающие коэффициенты.

Для составления смет стоимости производства инженерно-геодезических работ по СБЦ используют таблицы стоимости отдельных видов работ, в которых числитель – стоимость проведения полевых работ, знаменатель – камеральных. В некоторых случаях цены приводят отдельно на полевые и камеральные работы. Перечень выполняемых видов работ определяется по техническому заданию на проектирование.

В первой части СБЦ приведены укрупненные базовые цены на выполнение комплексных инженерно-геодезических изысканий для созда-

ния и развития планово-высотных ОГС, создания инженерно-топографических планов в масштабах 1 : 200 – 1 : 10 000 и строительства линейных сооружений.

Во второй части СБЦ рассчитаны базовые цены на геодезические работы на местности, в том числе по разбивке трасс, выносу осей зданий, сооружений, конструкций.

В третьей части СБЦ приведены цены на обмерные работы для расчета геометрических объемов зданий и сооружений, трубопроводов и электросетей. В базисных ценах на обмер не учтены расходы на установку лесов, подмостей, на работы по водоотливу, шурфовке, стоимость которых определяется дополнительными расчетами.

Четвертая часть СБЦ предназначена для определения цен на различные геодезические, вспомогательные и сопутствующие работы.

В приложениях к СБЦ приводятся коэффициенты к ценам на изыскательские, обмерные и геодезические работы, районные коэффициенты к зарплате проектно-изыскательских организаций.

Цены на производство отдельных видов работ зависят от условий, в которых эти работы выполняются, поэтому необходимо определить категорию сложности производства данного вида измерений на объекте – I, II или III категория. Для разных видов работ категории сложности имеют разные критерии. Например, *I категория сложности* присваивается:

- при создании и развитии ОГС – это степные и лесостепные районы, полузакрытые районы предгорий с развитой дорожной сетью;
- создании инженерно-топографических планов в масштабах 1 : 200 – 1 : 10 000 для незастроенной территории – это равнинная местность со спокойным рельефом, местами закрытая редким благоустроенным лесом без подлеска или негустым кустарником; количество контуров незначительное.

От правильности определения категории сложности напрямую зависит цена выполнения работ.

Неотъемлемой частью сметы являются расходы на внутренний транспорт, которые связаны с перевозкой необходимого оборудования, материалов и изыскателей до места выполнения работ и обратно. Величины расходов на транспорт приведены в табл. 6 [14]. Они вычисляются в смете в процентах от стоимости полевых и камеральных работ, выполняемых в полевых условиях.

Таблица 6

Расходы на внутренний транспорт

§	Расстояние от базы изыскательской орга- низации, экспедиции или отряда до участка изысканий, км	Расходы по внутреннему транспорту, %, при сметной стоимости полевых изыскательских работ, тыс. руб.				
		до 75	св. 75 до 150	св. 150 до 300	св. 300 до 750	свыше 750
1	до 5	8,75	7,5	6,25	5,0	3,75
2	св. 5 до 10	11,25	10,0	8,75	7,5	6,25
3	св. 10 до 15	13,75	12,5	11,25	10,0	8,75
4	св. 15 до 20	16,25	15,0	13,75	12,5	11,25
5	св. 20 до 30	18,75	17,5	16,25	15,0	13,75
6	св. 30 до 40	21,25	20,0	18,75	17,5	16,25
7	св. 40 до 50	23,75	22,5	21,25	20,0	18,75
8	св. 50 до 100	26,25	25,0	23,75	22,5	21,25

Кроме того, необходимо определить расходы по внешнему транспорту, связанные с проездом работников изыскательской организации, провозом необходимого оборудования и материалов от места нахождения организации, выполняющей изыскания, до места выполнения работ и обратно. Данная позиция в сметной стоимости определяется в процентах от общей сметной стоимости полевых и камеральных работ, выполняемых в полевых условиях (табл. 7 [14]).

Таблица 7

Расходы на внешний транспорт

§	Расстояние проезда перевозки в одном направлении, км	Расходы по внешнему транспорту в обоих направлениях, % сметной стоимости полевых работ, а также выполняемых в экспедиционных условиях камеральных работ, продолжительностью, мес					
		до 1	2	3	6	9	12 и более
1	св. 25 до 100	14,0	11,5	9,1	4,5	3,5	2,8
2	св. 100 до 300	19,6	15,4	12,7	6,2	4,8	3,6
3	св. 300 до 500	25,2	21,0	16,8	8,1	6,3	4,8
4	св. 500 до 1 000	30,8	25,2	19,6	9,7	7,3	5,5
5	св. 1 000 до 2 000	36,4	32,2	28,0	13,2	9,8	7,3
6	св. 2 000	—	39,2	36,4	20,0	16,0	12,0

Примечания к табл. 6 и 7 [14] корректируют расходы на внешний и внутренний транспорт в зависимости от условий выполнения работ дополнительно.

Расходы по организации и ликвидации работ на объекте определяются в размере 6 % от сметной стоимости полевых работ и выполненных в экспедиционных условиях камеральных работ, включая расходы по внутреннему транспорту, содержанию баз и радиостанций, монтажу, демонтажу и содержанию изыскательского оборудования.

Планируемые и необходимые по техническому заданию виды работ включаются в смету, их цена определяется по соответствующему разделу СБЦ, а стоимость – по объему работ (пунктов, гектаров или километров съемки). Пример оформления сметы приведен в табл. 8.

Таблица 8

Смета на создание инженерно-топографических планов промышленных объектов и инженерных сооружений масштаба 1 : 1000 в цифровом виде

№ п/п	Наименование вида и процесса работ	Обоснование расценки и применяемых коэффициентов	Единица измерения	Расценка	K1	K2	K3	K4	K5	Объем	Стоимость работ, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Полевые работы										
1.1	Создание плановой опорной планово-высотной съемочной сети промышленных объектов, 1-й разряд, I кат. сложности	т. 8, § 2; K1 = 1,30 – за исп. спутниковых геодезических систем (т. 8, прим. 2); K2 = 0,70 – без закладки центров (т. 8, прим. 1)	пункт	8 407	1,30	0,70				4	30 601,48
1.2	Топографическая съемка масштаба 1 : 1000 промышленных объектов, сечение рельефа	Справочник базовых цен на инженерные изыскания (М., 2004), глава 2, п. 3,	га	2 258						260	587 080,00

Продолжение табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0,5 м, II кат. сложности, застр. тер.	табл. 9, § 11									
	Итого полевые работы:	по п. 1									617 681,48
2	Камеральные работы										
2.1	Создание топографических планов в масштабе 1 : 1000 промышленных объектов, сечение рельефа 0,5 м, II кат. сложности, застр. тер. В программном продукте AutoCAD	т. 9, § 11.	га	734						260	190 840,00
2.2	Создание топографических планов в масштабе 1 : 1000 промышленных объектов, сечение рельефа 0,5 м, II кат. сложности, застр. тер.	т. 9, § 11	га	734						260	190 840,00
	В программном продукте MapInfo										
	Итого камеральные работы:	по п. 2									381 680,00
3	Расходы по транспорту										
3.1	Расходы по внутреннему транспорту	т. 4, § 7	%	20							123 536,30
3.2	Расходы по внешнему транспорту	т.5 §.3.	%	15,4							114 147,54

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Итого расхо- ды по транс- порту:										237 683,83
4	Расходы по организации и ликвидации работ	О.У. п.13	%							6	44 473,07
	Итого:	по пп. 1–4									1 281 518,38
	Итого в ценах 2001 г.:										1 281 518,38
	Итого с уче- том индекса изменения сметной стоимости в III квартале 2018 г.:	Письмо Мин- строя России от 01.10.2018 № 40178- ЛС/09		3,91							5 010 736,86
	НДС 18 %		%	18							901 932,63
	Итого, стои- мость работ с учетом НДС										5 912 669,49

5.1.2. Учет индекса изменения сметной стоимости

Актуализация стоимости работ с учетом инфляции и изменений нормативной документации Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) происходит путем учета индекса изменения сметной стоимости.

Индекс изменения сметной стоимости – отношение стоимости показателей, формирующих сметную стоимость строительства в текущем уровне цен, к аналогичным показателям в базисном уровне цен на сопоставимые по номенклатуре строительные ресурсы, наборы строительных ресурсов в составе ресурсно-технологической модели, а также ее отдельных составляющих.

Определение этого индекса Минстроем России происходит ежеквартально. Для получения текущего значения в базе справочно-правовой системы «КонсультантПлюс» следует найти документ:

Письмо Минстроя России «Об индексах изменения сметной стоимости строительства > Приложение 3. Прогнозные индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ
или

Справочная информация: «Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексы изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ для строительства».

По состоянию на III квартал 2018 г. индекс изменения сметной стоимости равен 3,91 (установлен письмом Минстроя России от 01.10.2018 № 40178-ЛС/09).

5.2. Определение стоимости создания планово-высотных опорных геодезических сетей

Создание и развитие ОГС для комплексных изысканий регламентировано главой 1 справочника [14]. Определение характеристики сложности работ происходит в два этапа:

- по категории сложности производства измерений (см. табл. П.5.1, прил. 5);
- по категории сложности закладки геодезических центров и пунктов (см. табл. П.5.2, прил. 5).

Совокупность категорий определяет категорию сложности комплекса работ (табл. 9).

Таблица 9

Категория сложности комплекса работ при создании
планово-высотных опорных геодезических сетей (см. гл. 1, п. 3 [14])

Категория сложности производства измерений	Категория сложности закладки геодезических центров и реперов		
	I	II	III
I	I	II	II
II	II	II	III
III	II	III	III

В состав работ по развитию ОГС входят следующие виды работ (см. гл. 1, п. 4 [14]):

- составление программы;
- рекогносцировка местности;
- изготовление и закладка центров геодезических пунктов;
- измерение углов, линий и превышений;
- составление абрисов пунктов, проверка и обработка полевых журналов;
- окончательная камеральная обработка полевых материалов с составлением схем сети, каталогов координат и высот;
- подготовка и выпуск необходимых отчетных материалов.

Стоимость выполнения этих работ [14, табл. 8] приведена на измерение одного пункта. Соответственно, при составлении сметы указывается количество пунктов в ней.

Таблица 10

Стоимость комплекса работ при создании
планово-высотных опорных геодезических сетей [14, табл. 8]

§	Виды сетей	Класс точности	Категория сложности		
			I	II	III
1	Плановая опорная сеть	4-й класс	$\frac{12\,740}{4\,979}$	$\frac{14\,423}{5\,651}$	$\frac{16\,640}{6\,484}$
2	То же	1-й разряд	$\frac{8\,407}{3\,313}$	$\frac{9\,172}{3\,599}$	$\frac{10\,008}{3\,912}$
3	"	2-й разряд	$\frac{5\,983}{2\,360}$	$\frac{6\,426}{2\,538}$	$\frac{6\,897}{2\,705}$
4	Высотная опорная сеть	IV класс	$\frac{1\,418}{378}$	$\frac{1\,897}{428}$	$\frac{2\,463}{485}$

Примечания:

1. Стоимость производства измерений без закладки центров и реперов определяется по ценам на полевые работы § 1–3 с применением коэффициента 0,7 и § 4 с применением коэффициента 0,4.
2. Стоимость определения координат пунктов опорных геодезических сетей с использованием спутниковых геодезических систем определяется по ценам § 1–3 с применением коэффициента 1,3.

Для расчета сметной стоимости проекта производства инженерно-хозяйственных работ необходимо самостоятельно определить коэффициенты и объемы работ исходя из проекта, а также рассчитать расходы на транспорт, организацию и ликвидацию работ. При этом следует учесть индекс изменения сметной стоимости в текущем квартале. Полученную смету следует согласовать с заказчиком и привести в приложении к проекту в виде таблицы (см., например, табл. 11).

Таблица 11

Смета на создание планово-высотной ОГС

№ п/п	Наименование вида и процесса работ	Обоснование расценки и применяемых коэффициентов	Единица измерения	Расценка	K1	K2	K3	K4	K5	Объем	Стоимость работ, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Полевые работы										
1.1	Создание плановой опорной геодезической сети, 4-й класс, I кат. сложности	т. 8, § 2; K1 = 1,30 – за исп. спутниковых геод. систем (т. 8, прим.2)	пункт								
1.2	Создание высотной опорной геодезической сети, IV класс, I кат. сложности	т. 8, § 2	пункт								
1.3	Создание плановой опорной геодезической сети, 1-й разряд, I кат. сложности	т. 8, § 2	пункт								
	Итого полевые работы:	по п. 1									

Продолжение табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Камеральные работы										
2.1	Создание плановой опорной геодезической сети, 4-й класс, I кат. сложности	т. 8, § 2; К1 = 1,30 – за исп. спутниковых геодез. систем (т. 8, прим.2)	пункт								
2.2	Создание высотной опорной геодезической сети, IV класс, I кат. сложности	т. 8, § 2	пункт								
2.3	Создание плановой опорной геодезической сети, 1-й разряд, I кат. сложности	т. 8, § 2	пункт								
	Итого камеральные работы:	по п. 2									
3	Расходы по транспорту										
3.1	Расходы по внутреннему транспорту	т. 4, § 7	%	20							
3.2	Расходы по внешнему транспорту	т. 5, § 3	%	15,4							
	Итого расходы по транспорту:										
4	Расходы по организации и ликвидации работ	О.У. п. 13	%								
	Итого:	по пп. 1–4									
	Итого в ценах 2001 г.:										

Окончание табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Итого с учетом индекса изменения сметной стоимости в текущем квартале:										
	НДС 18 %		%	18							
	Итого, стоимость работ с учетом НДС										

6. СОДЕРЖАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ЧАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

В состав технического проекта (отчета) по инженерно-геодезическим изысканиям целесообразно включить следующие материалы:

1. Введение (целевое назначение и виды проектируемых работ).
2. Требования к построению планово-высотных геодезических построений (нормативные документы, стандарты и ГОСТы).
3. Описание проекта геодезических сетей и результатов оценки точности:
 - а) краткая физико-географическая характеристика района работ;
 - б) топографо-геодезическая обеспеченность района работ, исходные данные;
 - в) виды и характеристики плановых геодезических построений 4-го класса и 1-го разряда;
 - г) анализ точности и характеристики плановых геодезических сетей;
 - д) виды и характеристики высотных геодезических построений IV класса и технического (тригонометрического) нивелирования;
 - е) анализ точности и характеристики высотных геодезических сетей;
 - ж) количество и плотность пунктов планово-высотного обоснования;
 - з) ожидаемая точность взаимного положения пунктов в плане и по высоте в наиболее слабом месте сети;
 - и) приборы и методы для выполнения геодезических измерений;
 - к) способы закрепления пунктов геодезических сетей на местности. Типы центров.
4. Техника безопасности при выполнении полевых и камеральных работ.

5. Сметная стоимость построения геодезических сетей.

6. Список использованной литературы.

В качестве приложений к техническому отчету необходимо представить следующие графические и табличные данные.

- разграфку листов карт масштаба 1 : 5 000;
- схемы геодезических построений в виде чертежей в формате PDF (или снимки с экрана компьютера);
- каталог предварительных координат и высот определяемых пунктов (ведомость координат);
- ведомости оценки точности положения определяемых пунктов.

Объем проектной работы (технического отчета) должен быть не менее 20 страниц машинописного текста.

Текст технического отчета (пояснительной записки) должен быть оформлен в соответствии со стандартом СГУГиТ [15].

К техническому отчету, представленному в мягком переплете, необходимо приложить электронную версию на лазерном диске с учетом следующих файлов проекта:

- пояснительная записка в формате Word (doc);
- файл проекта в формате CREDO_DAT 4 (gds);
- файл проекта в формате CREDO TRANSFORM (tmd);
- цифровая карта СНОВ 10000 (в формате jpg);
- слайды к докладу по защите технического проекта (в формате ppt).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. В чем заключаются цели и задачи инженерно-геодезических изысканий?
2. Программа и назначение инженерно-геодезических изысканий.
3. Основные принципы автоматизации инженерно-геодезических и проектно-изыскательских работ.
4. Современные геодезические приборы и методы измерений при инженерно-геодезических изысканиях.
5. Особенности крупномасштабных топографических съемок при изысканиях инженерных сооружений.
6. Выбор высоты сечения рельефа для съемки местности при изысканиях инженерных сооружений.
7. Способы создания (развития) опорных геодезических сетей для обеспечения инженерно-геодезических изысканий.
8. Цели и задачи проектирования опорных инженерно-геодезических построений.
9. Интерактивное проектирование инженерно-геодезических построений на основе цифровых карт и планов.
10. Принципы оценки точности проектов плановых и высотных сетей.
11. Критерии оценки точности плановых и высотных инженерно-геодезических сетей.
12. Средний квадратический эллипс погрешностей. Назначение данного критерия.
13. Основные факторы, влияющие на точность инженерно-геодезических построений.
14. Технические требования к выбору положения линейных сооружений.
15. Особенности инженерно-геодезических изысканий автомобильных и железных дорог.

16. Особенности изысканий каналов и трубопроводов.
17. Особенности изысканий линий электропередачи и связи.
18. Что представляют собой цифровые модели местности (ЦММ), цифровые модели ситуации (ЦМС) и цифровые модели рельефа (ЦМР)?
19. Современные технологии создания ЦММ. Точность создания ЦММ.
20. Задачи, решаемые на основе ЦММ. Определение объемов земляных масс по ЦМР.
21. Современные методы и средства автоматизации математической обработки инженерно-геодезических построений.
22. Программное обеспечение для обработки материалов инженерно-геодезических изысканий.
23. Назначение и основные характеристики системы CREDO.
24. Из каких разделов должен состоять технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям?
25. Состав основных проектных документов для технического отчета.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инженерно-геодезические изыскания являются неотъемлемой частью процесса при проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. При выполнении комплекса инженерно-геодезических работ применяются современные геодезическое оборудование и программное обеспечение.

В учебном пособии изложены цели и задачи разработки технического проекта инженерно-геодезических изысканий. Подробно описаны методика и последовательность работы над проектом, изложена теоретическая часть, необходимая для выполнения заданий.

Кроме того, рассматривается работа со справочником базовых цен на инженерно-геодезические изыскания [14] и приведен пример расчета сметной стоимости проекта производства инженерно-геодезических работ.

При разработке технического проекта инженерно-геодезических изысканий, рассмотренного в настоящем учебном пособии, обучающимися приобретаются знания и навыки, позволяющие освоить современные методы топографо-геодезических работ, создания планово-высотного обоснования крупномасштабных съемок с применением методов дистанционного зондирования на основе спутниковых систем, а также методы интерактивного проектирования и автоматизированной обработки геопространственных данных с помощью CREDO-технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02–96 [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456045544>.
2. СП 317.1325800.2017. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556610334>.
3. СП 11-104–97. Свод правил по инженерно-геодезическим изысканиям для строительства [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/871001219>.
4. ГКИНП (ОНТА)-02-262–02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200030413>.
5. ГКИНП (ОНТА)-01-271–03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200037141>.
6. ГОСТ Р 55024–2012. Сети геодезические. Классификация. Общие технические требования [Электронный ресурс]: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095732>.
7. ГОСТ Р 56408–2015. Глобальная навигационная спутниковая система. Сети геодезические спутниковые. Общие требования [Электронный

ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200121515>.

8. РТМ 68-14–01. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200037135>.

9. ГОСТ Р 53607–2009. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерениям псевдодальностей. Основные положения [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200080737>.

10. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200037146>.

11. ГКИНП-02-033–82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000 и 1 : 500 [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200093009/>.

12. ГКИНП (ГНТА)-03-010–03. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200042425>.

13. Неволин А. Г. Технологии создания электронного геопространства. Методы обработки геопространственных данных с применением Credo-технологий [Электронный ресурс] : лаб. практикум. – Новосибирск : СГГА, 2013. – Ч. 1. – 95 с.

14. Справочник базовых цен на инженерные изыскания для строительства. Инженерно-геодезические изыскания [Текст] / Госстрой России. – М. : ПНИИИС, 2004. – 134 с.

15. СТО СГУГиТ 011–2017. Стандарт организации. Система менеджмента качества. Государственная итоговая аттестация выпускников СГУГиТ. Структура и правила оформления / сост. : Л. Г. Куликова,

В. А. Ащеулов, Т. Н. Хацевич, И. О. Михайлов, Я. Г. Пошивайло ; под общ. ред. В. А. Ащеулова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. – 71 с.

16. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей [Электронный ресурс] : Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200036157>.

ПЕРЕЧЕНЬ И ТРУДОЕМКОСТЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ раздела	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость (часы)
1	1. Подготовка исходных данных для разработки проекта опорной геодезической сети	4
2	2. Трансформирование растровой карты с применением программы CREDO ТРАНСФОРМ 4	4
2, 3, 4	3. Разработка проекта векторной сети и пунктов ГНСС 4-го класса	4
2,3,4	4. Оценка и анализ точности проекта векторной сети ГНСС 4-го класса	4
2, 3, 4	5. Создание проекта высотных геодезических построений геометрического нивелирования IV класса	4
2, 3, 4	6. Оценка точности положения пунктов нивелирования IV класса	4
2, 3, 4	7. Разработка проекта полигонометрических ходов 1-го разряда	4
2, 3, 4	8. Оценка и анализ точности проекта полигонометрических ходов 1-го разряда	4
2, 3, 4	9. Оценка и анализ точности проекта тригонометрического нивелирования	4
2, 3, 4	10. Анализ точности взаимного положения планово-высотного обоснования	2
4	11. Расчет сметной стоимости создания геодезического обоснования	2
4, 5	12. Импорт и обработка данных, полученных с электронных тахеометров	2
4, 5	13. Уравнивание линейно-угловых инженерно-геодезических построений с применением программы CREDO_DAT 4	2
4, 5	14. Обработка результатов цифрового нивелирования с применением программы Credo Нивелир	2
3, 4, 5	15. Создание цифровой модели местности в программе Credo_Линейные изыскания	2
	Всего	48

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ (СРО)

№ задания на СРО	Содержание СРО	Трудоемкость (часы)	Контроль выполнения СРО
1	Поиск и изучение литературных источников и нормативных документов для разработки технического проекта	2	Проверка списка литературы
2	Физико-географическое описание участка местности и топографо-геодезической изученности района работ	2	Проверка отчетов
3	Составление пояснительной записки по результатам трансформирования и географической привязки растровой основы для проектирования геодезических сетей	2	Проверка материалов трансформирования
4	Описание методики и технических средств измерений для развития спутниковой геодезической сети 4-го класса	2	Собеседование по данной теме
5	Описание методики и технических средств измерений, предусмотренных в техническом проекте для развития нивелирной сети IV класса	2	Проверка пояснительной записки
6	Описание методики и технических средств измерений, предусмотренных в техническом проекте для развития геодезических построений 1-го разряда	2	Проверка пояснительной записки
7	Анализ результатов оценки точности геодезических построений, полученных по CREDO-технологиям	2	Собеседование по данной теме
8	Описание безопасности жизнедеятельности при выполнении полевых и камеральных работ	2	Проверка пояснительной записки
9	Составление и оформление технического проекта	2	Проверка технического проекта
10	Подготовка к защите технического проекта	5	Защита и оценка технического проекта
Всего		23	

СПИСОК КООРДИНАТ ИСХОДНЫХ ПУНКТОВ ПО ВАРИАНТАМ

Имя	N	E	Тип NE	Статус NE	N	Тип Н	Статус Н	УЗ	Класс NE	Класс Н
1А	6068762,041	311215,453	Исходный	Уравненный	205,500	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	II класс
1Б	6065710,902	310593,717	Исходный	Уравненный	172,700	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
1В	6067945,416	313826,747	Исходный	Уравненный	171,300	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
1Г	6065301,533	313112,671	Рабочий	Необработанный	151,700	Исходный	Уравненный	141		III класс
2А	6066823,715	311809,554	Исходный	Уравненный	160,600	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
2Б	6065185,127	314411,238	Исходный	Уравненный	146,300	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
2В	6068698,452	312688,340	Исходный	Уравненный	212,500	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
2Г	6064425,799	313049,055	Рабочий	Необработанный	159,300	Исходный	Уравненный	141		III класс
3А	6068216,574	312813,640	Исходный	Уравненный	218,800	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
3Б	6064924,269	313682,119	Исходный	Уравненный	152,600	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
3В	6064564,421	310540,620	Исходный	Уравненный	180,000	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
3Г	6066177,113	314333,105	Рабочий	Необработанный	150,500	Исходный	Уравненный	141		III класс
4А	6064808,686	311904,125	Исходный	Уравненный	159,700	Исходный	Уравненный	956	1-й класс	II класс
4Б	6066826,352	312329,383	Исходный	Уравненный	156,200	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
4В	6066712,477	313604,486	Исходный	Уравненный	152,800	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
4Г	6068676,504	313698,053	Рабочий	Необработанный	157,185	Исходный	Уравненный	141		III класс
5А	6065922,979	311805,240	Исходный	Уравненный	156,900	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
5Б	6067462,669	314602,430	Исходный	Уравненный	158,400	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
5В	6065373,234	313292,135	Исходный	Уравненный	151,800	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
5Г	6066685,897	314434,441	Рабочий	Необработанный	152,555	Исходный	Уравненный	141		II класс
6А	6065398,439	311951,120	Исходный	Уравненный	155,100	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
6Б	6068680,917	311224,516	Исходный	Уравненный	205,500	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	II класс
6В	6064702,020	313460,768	Исходный	Уравненный	150,100	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
6Г	6066832,600	313517,911	Рабочий	Необработанный	152,699	Исходный	Уравненный	141		III класс
7А	6064479,930	312363,089	Исходный	Уравненный	157,500	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
7Б	6068758,414	311986,972	Исходный	Уравненный	200,200	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
7В	6066411,548	313105,609	Исходный	Уравненный	142,700	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	IV класс
7Г	6066751,260	311889,654	Рабочий	Необработанный	160,591	Исходный	Уравненный	141		III класс
8А	6065106,442	310529,319	Исходный	Уравненный	158,300	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
8Б	6064989,807	312850,684	Исходный	Уравненный	152,600	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
8В	6067910,089	314219,928	Исходный	Уравненный	158,000	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
8Г	6065962,550	311708,091	Рабочий	Необработанный	156,899	Исходный	Уравненный	141		II класс
9А	6068628,268	310695,549	Исходный	Уравненный	195,400	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	II класс
9Б	6066137,190	314223,335	Исходный	Уравненный	150,200	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
9В	6066959,305	313415,271	Исходный	Уравненный	152,600	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс

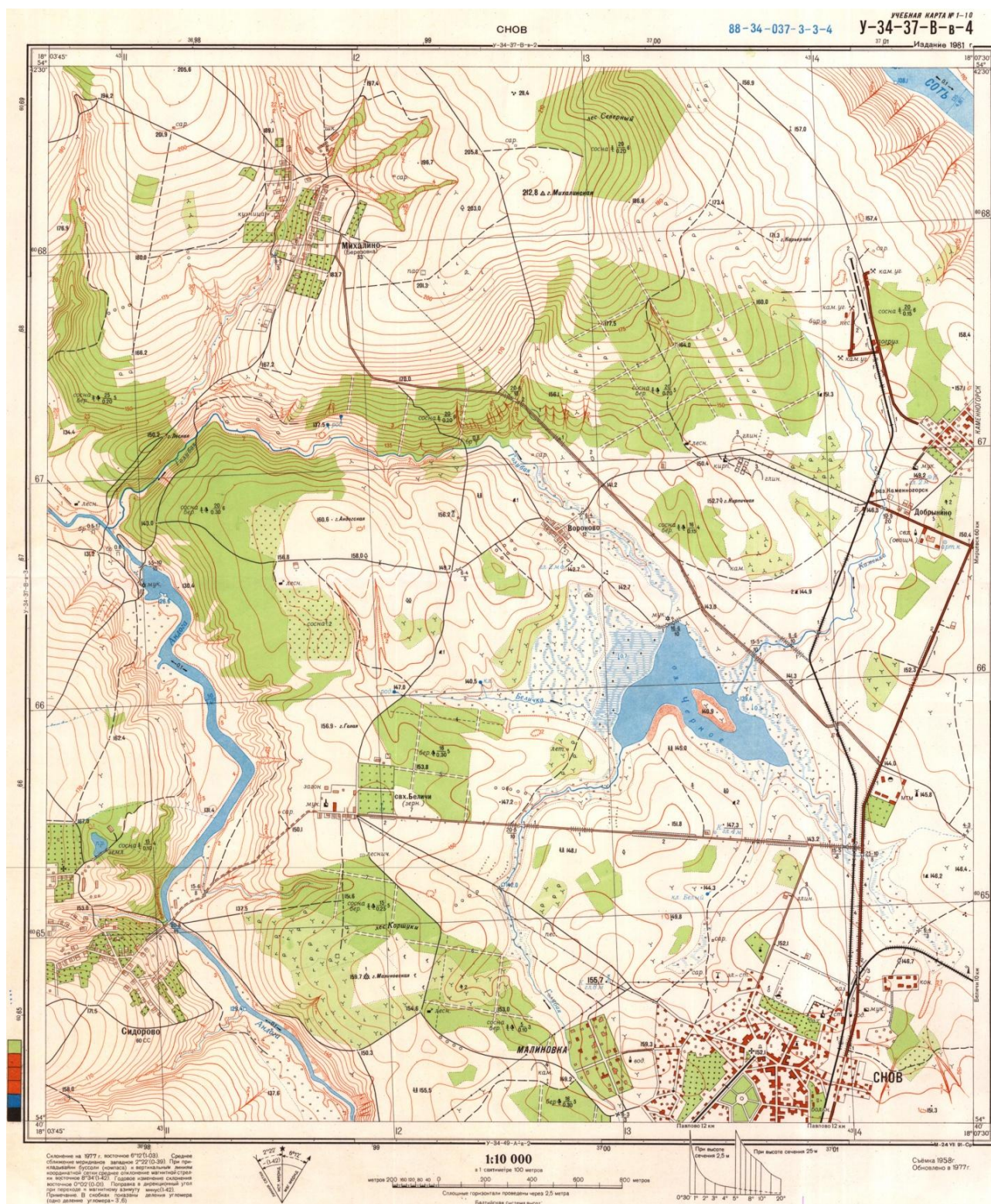
Имя	N	E	Тип NE	Статус NE	Н	Тип Н	Статус Н	УЗ	Класс NE	Класс Н
9Г	6065046,020	314459,134	Рабочий	Необработанный	146,224	Исходный	Уравненный	141		II класс
10А	6068337,155	312768,158	Исходный	Уравненный	212,700	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
10Б	6064764,390	312967,253	Исходный	Уравненный	155,800	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
10В	6067018,518	310630,549	Исходный	Уравненный	130,900	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
10Г	6064135,300	312374,790	Рабочий	Необработанный	161,211	Исходный	Уравненный	949		III класс
11А	6068088,273	310666,022	Исходный	Уравненный	176,934	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
11Б	6064695,536	311928,595	Исходный	Уравненный	159,800	Исходный	Уравненный	956	1-й класс	II класс
11В	6065244,574	312733,336	Исходный	Уравненный	148,230	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
11Г	6065838,363	310585,951	Рабочий	Необработанный	172,637	Исходный	Уравненный	141		III класс
12А	6064200,991	310834,938	Исходный	Уравненный	173,123	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
12Б	6065836,017	311846,689	Исходный	Уравненный	159,924	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
12В	6066538,794	314443,793	Исходный	Уравненный	152,587	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
12Г	6064103,116	314196,853	Рабочий	Необработанный	151,333	Исходный	Уравненный	141		III класс
13А	6067365,432	310639,105	Исходный	Уравненный	135,200	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
13Б	6068144,446	312656,138	Исходный	Уравненный	211,300	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
13В	6065975,080	314411,072	Исходный	Уравненный	150,170	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	II класс
13Г	6065458,183	312510,816	Рабочий	Необработанный	147,130	Исходный	Уравненный	141		II класс
14А	6066762,891	314589,451	Исходный	Уравненный	150,540	Исходный	Уравненный	100	2-й класс	III класс
14Б	6065699,771	312431,500	Исходный	Уравненный	151,290	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
14В	6064186,870	312310,969	Исходный	Уравненный	161,050	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
14Г	6066071,395	313782,893	Рабочий	Необработанный	140,060	Исходный	Уравненный	141		III класс
15А	6064352,298	313113,391	Исходный	Уравненный	158,010	Исходный	Уравненный	141	3-й класс	III класс
15Б	6065867,568	313481,411	Исходный	Уравненный	140,910	Исходный	Уравненный	141	3-й класс	III класс
15В	6068556,095	312717,113	Исходный	Уравненный	211,370	Исходный	Уравненный	100	2-й класс	II класс
15Г	6065080,637	311326,377	Рабочий	Необработанный	137,290	Исходный	Уравненный	141		II класс
16А	6068763,152	311216,564	Исходный	Уравненный	205,611	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	II класс
16Б	6065712,013	310594,828	Исходный	Уравненный	172,811	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
16В	6067946,527	313827,858	Исходный	Уравненный	171,412	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
16Г	6065302,644	313113,782	Рабочий	Необработанный	151,810	Исходный	Уравненный	141		III класс
17А	6066824,826	311810,665	Исходный	Уравненный	160,711	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
17Б	6065186,238	314412,349	Исходный	Уравненный	146,401	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
17В	6068699,563	312689,451	Исходный	Уравненный	212,613	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
17Г	6064426,910	313050,166	Рабочий	Необработанный	158,414	Исходный	Уравненный	141		III класс
18А	6068217,685	312814,751	Исходный	Уравненный	218,916	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
18Б	6064925,380	313683,230	Исходный	Уравненный	152,699	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
18В	6064565,532	310541,731	Исходный	Уравненный	180,099	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
18Г	6066178,224	314334,216	Рабочий	Необработанный	150,606	Исходный	Уравненный	141		III класс
19А	6064809,797	311905,236	Исходный	Уравненный	159,899	Исходный	Уравненный	956	1-й класс	II класс
19Б	6066827,463	312330,494	Исходный	Уравненный	156,311	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс

Имя	N	E	Тип NE	Статус NE	H	Тип H	Статус H	УЗ	Класс NE	Класс H
19B	6066713,588	313605,597	Исходный	Уравненный	152,800	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
19Г	6068677,615	313699,164	Рабочий	Необработанный	157,196	Исходный	Уравненный	141		III класс
20A	6065924,090	311806,351	Исходный	Уравненный	156,899	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
20Б	6067463,780	314603,541	Исходный	Уравненный	158,390	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
20B	6065374,345	313293,246	Исходный	Уравненный	151,798	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
20Г	6066686,907	314435,552	Рабочий	Необработанный	152,444	Исходный	Уравненный	141		II класс
21A	6065399,550	311952,231	Исходный	Уравненный	155,211	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
21Б	6068682,028	311225,627	Исходный	Уравненный	205,612	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	II класс
21B	6064703,131	313461,879	Исходный	Уравненный	150,210	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
21Г	6066833,711	313519,022	Рабочий	Необработанный	152,810	Исходный	Уравненный	141		III класс
22A	6064481,042	312364,200	Исходный	Уравненный	157,599	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
22Б	6068759,525	311988,083	Исходный	Уравненный	200,310	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
22B	6066412,659	313101,720	Исходный	Уравненный	142,798	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	IV класс
22Г	6066752,371	311890,765	Рабочий	Необработанный	160,702	Исходный	Уравненный	141		III класс
23A	6065107,553	310530,430	Исходный	Уравненный	158,411	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
23Б	6064990,918	312851,795	Исходный	Уравненный	152,689	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
23B	6067911,200	314221,039	Исходный	Уравненный	158,101	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
23Г	6065963,661	311709,202	Рабочий	Необработанный	156,910	Исходный	Уравненный	141		II класс
24A	6068629,379	310696,660	Исходный	Уравненный	195,500	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	II класс
24Б	6066138,300	314224,446	Исходный	Уравненный	150,312	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
24B	6066960,416	313416,382	Исходный	Уравненный	152,711	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
24Г	6065047,131	314460,245	Рабочий	Необработанный	146,324	Исходный	Уравненный	141		II класс
25A	6068338,266	312769,269	Исходный	Уравненный	212,711	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
25Б	6064765,501	312967,364	Исходный	Уравненный	155,888	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
25B	6067019,629	310631,661	Исходный	Уравненный	130,999	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
25Г	6064136,412	312375,900	Рабочий	Необработанный	161,322	Исходный	Уравненный	949		III класс
26A	6068089,384	310667,133	Исходный	Уравненный	177,004	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
26Б	6064696,647	311929,706	Исходный	Уравненный	159,799	Исходный	Уравненный	956	1-й класс	II класс
26B	6065245,685	312734,447	Исходный	Уравненный	148,199	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
26Г	6065839,474	310587,062	Рабочий	Необработанный	172,601	Исходный	Уравненный	141		III класс
27A	6064202,102	310836,049	Исходный	Уравненный	173,102	Исходный	Уравненный	956	2-й класс	III класс
27Б	6065837,128	311847,790	Исходный	Уравненный	160,005	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
27B	6066539,905	314444,905	Исходный	Уравненный	152,618	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
27Г	6064104,227	314196,964	Рабочий	Необработанный	151,405	Исходный	Уравненный	141		III класс
28A	6067366,543	310640,216	Исходный	Уравненный	135,299	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
28Б	6068145,557	312657,249	Исходный	Уравненный	211,333	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	III класс
28B	6065976,191	314412,183	Исходный	Уравненный	150,217	Исходный	Уравненный	956	3-й класс	II класс
28Г	6065459,294	312511,927	Рабочий	Необработанный	147,222	Исходный	Уравненный	141		II класс
29A	6066764,003	314590,562	Исходный	Уравненный	150,600	Исходный	Уравненный	100	2-й класс	III класс

Имя	N	E	Тип NE	Статус NE	N	Тип N	Статус N	УЗ	Класс NE	Класс N
29Б	6065700,882	312432,611	Исходный	Уравненный	151,315	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
29В	6064187,981	312312,080	Исходный	Уравненный	161,151	Исходный	Уравненный	100	3-й класс	III класс
29Г	6066072,506	313784,004	Рабочий	Необработанный	140,171	Исходный	Уравненный	141		III класс
30А	6064353,409	313114,502	Исходный	Уравненный	158,090	Исходный	Уравненный	141	3-й класс	III класс
30Б	6065868,679	313482,522	Исходный	Уравненный	141,000	Исходный	Уравненный	141	3-й класс	III класс
30В	6068557,206	312718,224	Исходный	Уравненный	211,407	Исходный	Уравненный	100	2-й класс	II класс
30Г	6065081,748	311327,489	Рабочий	Необработанный	137,245	Исходный	Уравненный	141		II класс

Примечание. Каждый вариант задания включает четыре исходных пункта, например, для первого варианта исходными данными являются координаты пунктов – 1А, 1Б, 1В, 1Г.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОЕКТА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ



КАТЕГОРИИ СЛОЖНОСТИ УСЛОВИЙ ВЫПОЛНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ СОЗДАНИИ ОПОРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ДЛЯ ИЗЫСКАНИЙ

Таблица П.5.1

Категории сложности производства измерений

Категория	Уровень сложности местности
I категория	а) степные и лесостепные районы, полужакрытые районы предгорий с развитой дорожной сетью; б) шоссейные и грунтовые дороги, улицы городов и пригородных поселков с пешеходным и автомобильным движением малой интенсивности; в) местность слабо пересеченная или с крупными пологими формами рельефа, частично (до 30 %) закрытая благоустроенными лесами (просеки расчищены), незаболоченная, с грунтовыми дорогами, условия благоприятные для линейно-угловых измерений; г) при проложении ходов нивелирования число штативов на 1 км хода не более 10, уклоны – не более 0,02
II категория	а) полужакрытая равнинная или всхолмленная местность с редкой дорожной сетью, горная местность с относительными превышениями до 0,5 км; б) улицы городов с интенсивным пешеходным и автомобильным движением; населенные пункты с бессистемной планировкой уличной сети, затрудняющей производство линейно-угловых измерений; в) местность, пересеченная, или закрытая на 50 % площади, или частично заболоченная; г) промышленные и строительные площадки с интенсивным движением транспорта, со значительным количеством сооружений, котлованов, отвалов и пр.; д) железнодорожные перегоны, станции и узлы; е) при нивелировании число штативов на 1 км хода не более 15, уклоны – не более 0,03

Категория	Уровень сложности местности
III категория	а) высокогорные районы; б) главные магистрали крупных городов; в) местность пересеченная, полностью закрытая; г) таежные малообжитые районы, передвижение в которых возможно только вьюком или по рекам; д) заболоченные участки, сплошь закрытые; е) бугристые незакрепленные пески, барханы;
III категория	ж) заболоченная озерная тундра; з) крупные промышленные и строительные площадки с весьма большим количеством коммуникаций, инженерных сооружений, строительной техники и механизмов и пр., с весьма интенсивным движением транспорта; и) крупные железнодорожные станции и узлы; к) при проложении нивелирных ходов число штативов на 1 км хода 15 и более, уклоны – более 0,03

Таблица П.5.2

Категории сложности закладки геодезических центров и реперов

Категория	Виды закладок геодезических центров и реперов
I категория	а) легкий грунт (песок, супесь, легкий суглинок), покрытие отсутствует; б) здания или сооружения из кирпича или камня мягких пород (известняк, туф и т. п.); в) мягкие скальные породы, выходящие на поверхность
II категория	а) грунт средней твердости (суглинок, глина и т. п.); покрытие – булыжная мостовая или асфальт на щебеночном основании; мерзлые грунты I категории; б) здания или сооружения из бетона; в) мягкие скальные породы, находящиеся ниже (до 0,5 м) поверхности земли; твердые скальные породы, выходящие на дневную поверхность
III категория	а) твердый грунт (тяжелый суглинок, плотная тяжелая глина, суглинок или глина с включением гальки, щебня; галечник, скальные породы, строительный мусор); покрытие – асфальт на бетонном основании; мерзлые грунты II–III категорий; б) здания или сооружения, сложенные из естественного камня твердых пород; в) твердые скальные породы, находящиеся ниже (до 0,5 м) поверхности земли

**ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ
ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОСИСТЕМ
И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

Кафедра инженерной геодезии
и маркшейдерского дела

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ
ОПОРНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ СЪЕМКИ
МАСШТАБА 1 : 5 000 С СЕЧЕНИЕМ РЕЛЬЕФА 1 М
по дисциплине «Инженерно-геодезические изыскания»

ФИО обучающегося: _____

Подпись: _____

Группа: ПГ-4

Дата выдачи задания:	_____
ФИО преподавателя:	_____
Дата сдачи проекта:	_____
Оценка за выполненный проект:	_____
Подпись преподавателя:	_____

Учебное издание

Неволин Анатолий Геннадьевич

Сальников Валерий Геннадьевич

Рябова Надежда Михайловна

Лагутина Елена Константиновна

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Редактирование и компьютерная верстка

Е. М. Федяевой

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 25.12.2018. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 4,88. Тираж 125 экз. Заказ 215.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, ул. Плеханова, 8.