




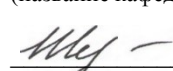
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

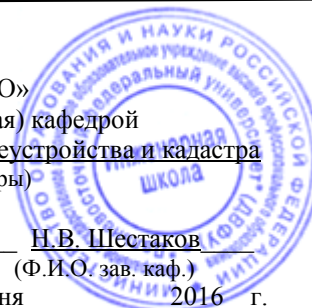
**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ В.М. Каморный \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)  
« 02 » июня 2016 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий (ая) кафедрой  
геодезии, землеустройства и кадастра  
(название кафедры)

  
\_\_\_\_\_ Н.В. Шестаков \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)  
« 02 » июня 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Специальность **21.05.01 Прикладная геодезия**

специализация «Инженерная геодезия»

**Форма подготовки очная**

курс **2** семестр **3,4**

лекции **54** час.

практические занятия **108** час.

лабораторные работы **0** час.

в том числе с использованием МАО лек. \_\_\_ - \_\_\_ /пр. 52 /лаб. \_\_\_ - \_\_\_ час.

Контрольные работы **3-4** (семестры)

всего часов аудиторной нагрузки **162** час.

самостоятельная работа **126** час., в том числе для подготовки к экзамену **27** час.

экзамен **3** семестр

зачет **4** семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07 июня 2016 года № 674

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геодезии, землеустройства и кадастра, № 10 от « 11 » июня 2016 г.

Заведующий кафедрой Н.В.Шестаков

Составитель: к.т.н., доцент кафедры В.А.Лукашенко

## Оборот титульного листа

### I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_01\_» \_\_\_\_\_ июля \_\_\_\_\_ 2016\_ г. № \_10\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Шестаков Н.В.  
(подпись) (И.О. Фамилия)

### II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (и.о. фамилия)

## Аннотация дисциплины

### «Теория математической обработки геодезических измерений»

Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» разработана для студентов направления 21.05.01 Прикладная геодезия, специализация «Инженерная геодезия» входит в базовую часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.26).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 288 часов, 8 зачетных единиц. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (54 часа), практические работы (108 часов) и самостоятельная работа студента (126 часов, в том числе 27 часов отведены на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3,4 семестрах. Форма контроля – зачет, экзамен.

Дисциплина «Теория математической обработки геодезических измерений» взаимосвязана с дисциплинами: «Геодезия», «Высшая геодезия, картография и основы координатно-временных систем», «Геодезическая астрономия с основами астрометрии», «Теория фигур планет и гравиметрия», «Космическая геодезия и геодинамика», «Спутниковые системы и технологии позиционирования», «Автоматизированные методы инженерно-геодезических работ», «Геоинформационные системы и технологии», «Дистанционное зондирование и фотограмметрия», «Прикладная геодезия», «Метрологическое обеспечение геодезических работ».

**Цель** освоения дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» состоит в освоении современных методов анализа и обработки геодезических измерений.

**Основные задачи** дисциплины – оценка точности геодезических измерений, предрасчёт необходимой точности измерений при решении разнообразных производственных задач, уравнивание результатов измерений и оценка точности геодезических сетей.

Изучению данной дисциплины предшествует изучение дисциплин базовой части: «Геодезия», «Теория вероятностей и математическая статистика». Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3); спо-

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7); способность к топографо-геодезическому обеспечению изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности наземными и аэрокосмическими методами, в том числе, владением методами полевых и камеральных работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, а также координатных построений специального назначения (ПК-1); готовность к выполнению специализированных инженерно-геодезических работ при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации инженерных объектов, к проведению специальных геодезических измерений при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи), а также при изучении других планет и их спутников (ПК-2).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
<b>ПК-13</b> - готовность к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	Знает	алгоритмы, программы и методики решений инженерно-геодезических задач; методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений
	Умеет	разрабатывать алгоритмы, программы и методики решений инженерно-геодезических задач и использовать методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений
	Владеет	алгоритмами, программами и методиками решений инженерно-геодезических задач и методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» применяются следующие методы активного, интерактивного обучения: лекция-беседа, лекция-дискуссия, практическое занятие в виде семинара.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (54 ЧАС.)**

### **Раздел 1. Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам (6 час.)**

Случайные величины. Закон распределения случайной величины.

Функция и плотность распределения случайной величины. Нормальное распределение.

Распределения, отличающиеся от нормального. Функция Лапласа.

Характеристики случайной величины: математическое ожидание, дисперсия стандарт, асимметрия, эксцесс.

### **Раздел 2. Ошибки измерений (6 час.)**

Понятие измерения; факторы и условия измерений. Классификация измерений. Понятие точности результата измерений. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей. Свойства случайных погрешностей. Источники ошибок. Относительные и абсолютные ошибки. Вес измерения и среднеквадратическая ошибка (СКО). Вес и СКО функции измерений.

### **Раздел 3. Методы обработки многократных измерений одной величины (14 час.)**

Количественные критерии точности измерений. Средняя квадратическая, предельная, средняя, вероятная погрешности. Оценка точности линейной функции результатов измерений. Частные случаи вычисления СКП.

Оценка точности нелинейных функций в общем виде. Частные случаи вычисления СКП.

Накапливание погрешностей при основных геодезических измерениях. Накапливание погрешностей в сумме углов теодолитного хода, при передаче дирекционного угла на «n» сторону хода, при измерении длин линий мерной лентой, при проложении нивелирных ходов; погрешность на 1 км хода. СКП нивелирования на станции.

Простая арифметическая средина, ее свойства. СКП простой арифметической средины. Вероятнейшие поправки и их свойства. Формулы Бесселя и Гаусса. Обработка ряда равноточных измерений одной величины. Пример обработки.

Вес как мера относительной точности измерений. СКП единицы веса. Вес функций результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Расчеты весов функций разного вида. Расчет весов при обработке измерений.

Вес суммы углов; вес невязки хода: вес дирекционного угла «n» стороны хода. Вес отметки по ходу «n» станций; вес отметки по ходу общей длиной L км.

Общая арифметическая средина и ее свойства. СКП вероятнейшего значения. Порядок обработки ряда неравноточных измерений одной величины. Пример обработки ряда измерений.

Понятие условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах.

Обработка ряда равноточных измерений.

Обработка ряда неравноточных измерений.

Оценивание математического ожидания по методу последовательных разностей. Оценивание математического ожидания по двойным равноточным измерениям. Оценивание математического ожидания по двойным неравноточным измерениям. Оценивание стандарта по невязкам условных уравнений.

Метод максимального правдоподобия.

Оценивание стандарта по доверительным интервалам. Ошибка положения пункта. Эллипс и подера ошибок.

#### **Раздел 4. Метод наименьших квадратов (МНК) (4час.)**

Суть принципа наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов вероятных поправок. Случайный вектор. Ковариационная матрица. Корреляционная матрица. Обоснование МНК. Понятие об оценивании параметров. Основная идея параметрического уравнивания. Основная идея корреляционного уравнивания. Понятие о приближенных методах уравнивания.

#### **Раздел 5. Коррелятное уравнивание (10 час.)**

Коррелятный метод уравнивания. Составление условных уравнений для некоторых видов сетей. Весовая функция.

Переход к нормальным уравнениям коррелят. Вычисление коррелят и уравненных значений. Оценка точности.

Коррелятный метод уравнивания высотных сетей. Оценка точности по материалам уравнивания.

#### **Раздел 6. Параметрическое уравнивание (10 час.)**

Параметрический способ уравнивания. Составление параметрических уравнений поправок плановых сетей. Весовая функция. Нормальные уравнения. Методы решений уравнений. Расчет уравненных значений неизвестных. Оценка точности в параметрическом способе. Параметрический способ уравнивания высотных сетей 3 – 4 классов. Оценка точности уравненных величин. Определение погрешности пунктов в слабом месте хода.

Параметрический способ уравнивания полигонометрических сетей. Оценка точности уравненных величин. Определение погрешности пунктов в слабом месте хода.

#### **Раздел 7. Приближенные методы уравнивания геодезических сетей (4 час.)**

Уравнивание системы ходов с одной узловым точкой. Уравнивание плановых геодезических сетей по способу Попова, эквивалентной замены, последовательных приближений.

Порядок уравнивания свободной нивелирной сети из нескольких полигонов. Оценка точности. Особенности уравнивания теодолитной сети. Урав-

нивание нивелирных сетей упрощёнными методами. Порядок уравнивания системы нивелирных ходов с тремя узловыми точками. Оценка точности.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

№ п/п	Наименования практических занятий	Кол-во часов
1	Обработка ряда равноточных измерений одной величины.	12
2	Оценка точности функций измеренных величин.	14
3	Расчет весов измеренных и вычисленных величин. Обработка ряда неравноточных измерений одной величины.	18
4	Оценка точности по разностям двойных измерений.	10
5	Уравнивание геодезических сетей параметрическим способом.	12
6	Уравнивание геодезических сетей коррелятным способом.	14
7	Уравнивание полигонометрии.	10
8	Уравнивание полигонометрии упрощенным способом	8
8	Уравнивание нивелирной сети с двумя узловыми точками.	4
9	Уравнивание нивелирной сети способом приближений.	2
10	Уравнивание нивелирной сети способом эквивалентной замены.	4

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы.



#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Введение в математическую статистику и теорию вероятностей применительно к ошибкам измерений как случайным величинам. Раздел 2. Ошибки измерений	ПК-13	знает закон распределения случайной величины, нормальное распределение, характеристики случайной величины, понятие точности результата измерений, свойства случайных погрешностей, вес измерения и среднеквадратическую ошибку	Защита практической работы.	Устный опрос.
			умеет определять закон распределения случайной величины, характеристики случайной величины, понятие точности результата измерений, свойства случайных погрешностей, вес измерения и среднеквадратическую ошибку		
			владеет методами определения закона распределения случайной величины, нормальное распределение, характеристики случайной величины, понятие точности результата измерений, свойства случайных погрешностей, вес измерения и среднеквадратическую ошибку		
2	Раздел 3. Методы обработки многократных измерений одной величины	ПК-13	знает погрешности измерений, накопление погрешностей, простую арифметическую среднюю, обработку рядов измерений, определение весов, общую арифметическую среднюю.	Защита практической работы.	Устный опрос.
			умеет определять погрешности измерений, накопление погрешностей, простую арифметическую среднюю, обработку рядов измерений, определение весов, общую арифметическую среднюю.		
			владеет методами определения погрешностей измерений, накопление погрешностей, простую арифметическую среднюю, обработку рядов измерений, определение весов,		

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	Промежуточная аттестация	
			общую арифметическую средину.		
3	Раздел 4. Метод наименьших квадратов (МНК). Раздел 5. Коррелятное уравнивание	ПК-13	знает суть принципа наименьших квадратов, коррелятный метод уравнивания, оценку точности по материалам уравнивания.	Защита практической работы.	Устный опрос.
			умеет применять принцип наименьших квадратов, коррелятный метод уравнивания, оценку точности по материалам уравнивания		
			владеет методами наименьших квадратов, коррелятным методом уравнивания, оценку точности по материалам уравнивания		
4	Раздел 6. Параметрическое уравнивание	ПК-13	знает параметрический способ уравнивания, оценку точности в параметрическом способе, параметрический способ уравнивания высотных сетей 3 – 4 классов, полигонометрических сетей.	Защита практической работы.	Устный опрос.
			умеет выполнять уравнивание параметрическим способом, оценку точности в параметрическом способе, параметрическим способом высотных сетей 3 – 4 классов, полигонометрических сетей.		
			владеет методами уравнивания параметрическим способом, оценку точности в параметрическом способе, параметрическим способом высотных сетей 3 – 4 классов, полигонометрических сетей.		
5	Раздел 7. Приближенные методы уравнивания геодезических сетей	ПК-13	знает уравнивание системы ходов с одной узловой точкой, уравнивание по способу Попова, эквивалентной замены, последовательных приближений, оценку точности.	Защита практической работы.	Устный опрос.
			умеет выполнять уравнивание и производить оценку точности у системы ходов с одной узловой точкой, уравнивание по способу Попова, эквивалентной замены,		

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	Промежу- точная аттестация
		последовательных приближений		
		владеет методами уравнивания системы ходов с одной узловой точкой, уравнивания по способу Попова, эквивалентной замены, последовательных приближений, оценку точности.		

Практические задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Беликов А.Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Беликов, В.В. Симонян. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 432 с. — 978-5-7264-0992-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30431.html>
2. Губа, В.П. Методы математической обработки результатов спортивно-педагогических исследований [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.П. Губа, В.В. Пресняков. — Электрон. дан. — Москва : 2015. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97566>. — Загл. с экрана.
3. Маркузе Ю.И. Теория математической обработки геодезических измерений [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.И. Маркузе,

В.В. Голубев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, Альма Матер, 2015. — 248 с. — 978-5-8291-1136-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36737.html>

4. Попело В.Д. Теория математической обработки геодезических измерений. Часть 2. Оценивание результатов геодезических измерений и их погрешностей на основе вероятностных представлений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Д. Попело, М.В. Ванеева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2015. — 139 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72765.html>

Дополнительная литература  
(электронные и печатные издания)

1. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. - М.: Недра, 1977.

2. Теория математической обработки геодезических измерений : учебное пособие для вузов / Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев ; [под общ. ред. Ю. И. Маркузе] ; Московский государственный университет геодезии и картографии. Москва : Академический проект, : Альма Матер, 2010.

3. Яковлев Н.В., Беспалов Н.А., Глумов В.П. и др. Практикум по высшей геодезии. – 2-е издание стереотипное. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» выполняется с учетом следующего.

Вся основная теоретическая база излагается на лекциях, но поскольку аудиторных часов лекций в соответствии с ФГОС составляет гораздо меньшую часть аудиторной нагрузки, то для усвоения материала студентам пред-

лагается самостоятельное более глубокое изучение теоретического материала.

Студент в течении семестра должен самостоятельно найти и проработать информацию, используя все лекции, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для формирования собственных ответов по самоконтролю. Преподаватель контролирует результат устным опросом.

Практическая часть курса должна быть представлена практическими работами, на которых студент выполняет задания с использованием компьютера и проработкой теоретического материала. В процессе сдачи практической работы преподавателю студент защищает ее результаты, отвечая на теоретические вопросы, связанные с выполнением работы, излагает алгоритм вычислений и обоснование правильности результатов.

В течение семестра студенту предлагается самостоятельно подготовиться к сдаче практических работ. Используя конспект лекций, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников студент должен проработать информацию для формирования собственных ответов.

В конце семестра студент готовится к промежуточной аттестации - сдаче экзамена или зачета, при этом для подготовки используется список контрольных вопросов.

К экзамену или зачету допускается студент, сдавший все практические работы и задания по самостоятельной работе. Оценка выставляется в общей совокупности с учетом зачтенных практических работ, выполненной самостоятельной работы – зачтенных результатов тестирования.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» включает:

1. Библиотечный фонд кафедры: учебники, справочные пособия, архивные материалы, лекции в виде презентаций, иллюстрации, медиа-файлы (фото, видео).

2. Мультимедийная аудитория, вместимостью 15 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов.

3. Компьютерный класс с доступом в Интернет на 15 компьютеров.

4. Комплект презентационного оборудования: мультимедийный проектор, автоматизированный проекционный экран, акустическая система, а также интерактивная трибуна преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов.

5. Широкополосный доступ в сеть интернет.

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта
---	---

Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта
<p>Мультимедийная аудитория:  Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line;  Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е</p>
<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1 Pro (64-bit), 1-1-1 Wty.  Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскопечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.</p>	<p>г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус А, уровень 10. Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине**

**«Теория математической обработки геодезических измерений»**

**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия**

**специализация «Инженерная геодезия»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2014**



## План-график выполнения самостоятельной работы

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
<b>3 семестр</b>				
5	1-4 неделя	Подготовка докладов по теме: «Невозмущенное движение ИСЗ»	27 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
6	5-9 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе.	27 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
7	10-14 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе.	27 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
8	15-18 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе. Подготовка к экзамену.	45 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита. Экзамен.
<b>4 семестр</b>				
1	1-4 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе.	10 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
2	5-9 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе.	10 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
3	10-14 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе.	10 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита
4	15-18 неделя	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение заданий по самостоятельной работе. Подготовка к зачету.	6 час.	Выполненное задание, письменный отчет по практическим и самостоятельным работам и устная защита. Зачет.
		Итого часов	162 час.	

Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к защите выполненных практических работ. Для этого студент должен проработать теоретическую основу работы и методику ее выполнения.

Самостоятельная работа по практической работе считается выполненной и зачтенной в случае правильного изложения алгоритма выполнения работы и аргументированного обоснования результата при защите практической работы.

При реализации программы дисциплины «Теория математической обработки геодезических измерений» используются как традиционные технологии в виде аудиторных занятий, состоящих из лекционных и практических занятий, так и компьютерные – при проведении расчетных работ и проверке остаточных знаний студентов. Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультация и помощь при выполнении расчетно-графических работ) и индивидуальную работу студентов в компьютерном классе и библиотеке университета.

Наряду с практическими занятиями дополнительными формами самостоятельной работы являются домашние индивидуальные задания.

Домашние задания являются, как правило, продолжением практических занятий и содействуют овладению практическими навыками по основным разделам дисциплины.

Студентам предлагается самостоятельно ответить на вопросы для самоконтроля и решить практические задания. При этом студент должен самостоятельно найти информацию для ответа, используя лекции, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернет-источников.

Самостоятельная работа над вопросами самоконтроля может быть проверена с помощью устного опроса. Самостоятельная работа считается выполненной в случае 100%-61% правильных ответов.

Студент должен самостоятельно проработать информацию, используя все лекции, глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для ответов по контрольным во-

просам. Самоконтроль считается выполненным в случае 100%-61% правильных ответов и выполнения заданий.

Таким образом, в общей совокупности при выполнении всей самостоятельной работы студент готовится к вопросам по самоконтролю, выполнению заданий по самостоятельной работе и в конечном счете – к экзамену и зачету.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Задание 1.** Вычислить отметки реперов Rp11, Rp12, Rp13. Рассчитать СКП единицы веса и СКП 1 км хода. Исходными являются отметки марок:  $H_{M21} = 130,793$  м,  $H_{M13} = 125,116$  м,  $H_{M25} = 136,120$  м. Измеренные превышения и длины ходов даны в таблице, схема сети на рис.  $i$  – номер варианта)

Измеренные превышения и длины ходов.

№ хода	Превышения, мм	Длины ходов, км
1	7458	$7+0,5 \cdot i$
2	$3565-2 \cdot i$	$9+0,5 \cdot i$
3	618	$7+0,5 \cdot i$
4	$2381+2 \cdot i$	12
5	$3662+2 \cdot i$	$6+0,5 \cdot i$
6	$1258+2 \cdot i$	$8+0,5 \cdot i$
7	4428	10

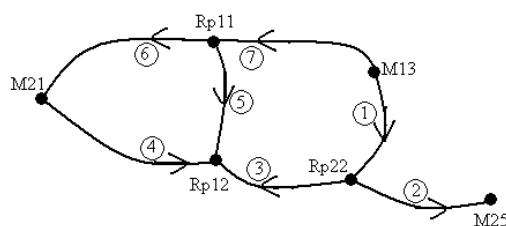


Схема нивелирной сети

**Задание 2.** Уравнять сеть триангуляции 3 класса коррелятным способом и выполнить оценку точности. Результаты измерений приведены в табл.1, исходные данные в табл.2, схема сети на рис.

Таблица 1 - Результаты измерения углов

Номер угла	Горизонтальный угол	Номер угла	Горизонтальный угол	Номер угла	Горизонтальный угол
1	$105^{\circ} 32' 42''$	5	$68^{\circ} 40' 38''$	9	$50^{\circ} 39' 54''$
2	35 50 54	6	48 45 57	10	35 43 51

3	38 36 19	7	48 49 11	11	39 00 30
4	62 33 22	8	80 30 58	12	105 15 42

Таблица 2- Исходные данные

Назв. пункта	Координаты пунктов, (м)		Дирекционные углы	Длины исходных сторон, (м)
	X	Y		
A	5 800 241,97	8 622 086,98		
			191° 13' 44"	4 491,50
B	5 795 836,46	8 621 212,35		
			85° 33' 53"	4 184,74
C	5 796 160,08	8 625 384,56		

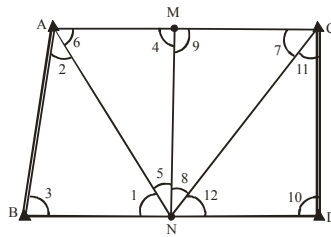


Рис. - Сеть триангуляции

**Задание 3.** Уравнять параметрическим способом результаты нивелирования. На схеме нивелирной сети стрелками указаны направления ходов, их номера даны в кружках. Исходные нивелирные марки 40, 41, 42 принадлежат нивелирной сети более высокого класса, чем уравниваемая. Результаты нивелирования и отметки исходных марок даны в табл. (i – номер варианта).

В результате уравнивания необходимо получить отметки узловых реперов 14, 15, 16. Для оценки точности вычислить средние квадратические погрешности нивелирования 1 км хода и средние квадратические погрешности отметок реперов.

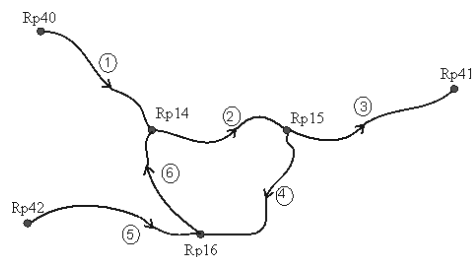


Рис. - Схема нивелирной сети

Таблица - Исходные данные

№ хода	Длина хода (S), км	Измерение превышения, мм	Исходные марки	Отметки марок, м
1	$9,2 + 0,1 * i$	$-1807 + i$	M40	122,356
2	$7,9 + 0,1 * i$	+ 3901	M41	118,874
3	$5,8 + 0,1 * i$	+ 5554 + i	M42	110,870
4	$6,1 + 0,1 * i$	- 9952		
5	$8,0 + 0,1 * i$	+ 3593 + i		
6	$9,6 + 0,1 * i$	+ 6077		



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине**  
**«Теория математической обработки геодезических измерений»**  
**Специальность 21.05.01 Прикладная геодезия**  
**специализация «Инженерная геодезия»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2014**

## ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-13 - готовность к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	Знает	методы разработки алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач, методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений
	Умеет	разрабатывать алгоритмы, программы и методики решений инженерно-геодезических задач и использовать методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений
	Владеет	готовностью к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ПК-13 - готовность к разработке алгоритмов, программ и методик решений инженерно-геодезических задач и владением методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений	знает (пороговый уровень)	студент имеет представление о методах математической обработки результатов полевых геодезических измерений,	Знания о методах математической обработки результатов полевых геодезических измерений,	полностью сформированы  с незначительными пробелами нечеткие знания  отрывочные знания	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	студент должен продемонстрировать способность применять методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений,	Умеет применять методы математической обработки результатов полевых геодезических измерений,	Умеет применять без ошибок  с небольшими недостатками  с большим количеством ошибок  Подготовлен-	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлет-

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ний				ные материалы не подлежат исправлению	ворительно
	владеет (высокий)	студент должен продемонстрировать умение самостоятельно владеть методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений,	Владеет способностью самостоятельно овладеть методами математической обработки результатов геодезических измерений,	<p>Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ</p> <p>с небольшими недостатками</p> <p>Владеет нечеткими навыками</p> <p>Не владеет навыками</p>	<p>Отлично</p> <p>Хорошо</p> <p>Удовлетворительно</p> <p>Неудовлетворительно</p>

### ТЕКУЩАЯ АТТЕСТАЦИЯ СТУДЕНТОВ.

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в форме контрольных мероприятий (защиты практических работ, самостоятельной работы, устного опроса на экзамене и зачете) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

1. Степень усвоения теоретических знаний.

Теоретические знания дисциплины оцениваются посредством контрольного устного опроса, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе (10-6 баллов – «зачтено», менее 6 баллов – «не зачтено»).

При устном опросе критерии оценок по 10-бальной системе следующие: 10-8,5 баллов – проявлены глубокие знания компетенций дисциплины



(ПК-13) – ответ отличается глубиной и полнотой раскрытия темы вопросов по землеустройству и кадастрам, логичностью, последовательностью и аргументированностью ответа, умением объяснять сущность вопроса, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; 8,5-7,5 баллов – проявлены прочные знания основных вопросов компетенций дисциплины (ПК-13), умение объяснять сущность вопросов делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, но допускаются неточности; 7,5-6,0 баллов – в ответе проявлены основные знания вопросов компетенций дисциплины (ПК-13), но ответ отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, недостаточным умением давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; менее 6,0 баллов – проявлены незнание основных вопросов знания компетенций дисциплины (ПК-13): неглубокое раскрытие темы, неумение давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа;

## 2. Уровень овладения практическими умениями и навыками.

Умения и навыки дисциплины оцениваются по уровню выполнения практических работ, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 10-бальной системе, причем 10-6 баллов – выполнение практических работ «зачтено», менее 6 баллов – выполнение - «не зачтено».

Выполнение практических работ оценивается по 10- бальной системе: 10-8,6 баллов – отлично владеет необходимыми умениями и навыками компетенций дисциплины (ПК-13) – владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется при видоизменении заданий; 8,5-7,6 баллов – хорошо владеет необходимыми умениями и навыками компетенций дисциплины (ПК-13) – правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками решения; 7,5-6,0 баллов – умения и навыки компетенций дисциплины (ПК-13) выработаны недостаточно в полной мере, поэтому испытывает затруднения при вы-

полнении практических работ; меньше 6 баллов - недостаточно выработал необходимые умения и навыки компетенций (ПК-13), неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Самостоятельная работа по вопросам самопроверки считается выполненной и зачтенной в случае, когда при сдаче работы преподавателю в форме устного опроса студент получает балл выше 6 (ответ оценивается в 10 балльной системе, критерии показаны выше).

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### **Типовые вопросы для самоконтроля**

1. Угол измерен высокоточным теодолитом с ошибкой  $1'$ , расстояние измерено лентой с ошибкой, равной 5 м; превышение определено геометрическим нивелированием с ошибкой 0,5 м. Можно ли считать эти погрешности грубыми?

2. Ряд измерений выполнен со следующими погрешностями: +1; -1; -3; 0; -4; -1; +2; -2; -3. Являются ли эти погрешности случайными или носят систематический характер?

3. К какой категории следует отнести погрешности: коллимационную, за неравенство подставок трубы, за эксцентриситет алидады, погрешности делений лимба, погрешности наведения, погрешности отсчитывания, погрешности за рефракцию?

4. Линия, истинное значение длины которой равно 125,43 м, измерена 6 раз. Результаты измерений следующие: 125,56; 125,49; 125,39; 125,38; 125,44; 125,35 м. Определить среднюю, вероятную и среднюю квадратическую погрешности одного измерения.

5. Истинные погрешности результатов определений превышений равны в миллиметрах: +0,11; +0,05; -0,02; +0,25; +0,04; -0,20; -0,12; -0,07; +0,50; -0,03; +0,13. Найти среднюю квадратическую, среднюю и вероятную погреш-

ности одного измерения. Проверить, имеются ли среди истинных ошибок грубые погрешности.

6. Светодалномер обеспечивает измерение расстояний со средней квадратической погрешностью  $m = 3$  см. Какую можно ожидать относительную погрешность при измерении сторон длиной: 1) 200 м; 2) 500 м; 3) 1000 м; 4) 1200 м.

7. В теодолитном ходе  $n$  углов, каждый из которых измерен со средней квадратической погрешностью  $m = 30''$ . Вычислить среднюю квадратическую погрешность суммы углов в ходе. Чему равна предельная погрешность суммы углов во всем ходе.

8. Записать в общем виде формулы для вычисления СКП приращений координат.

9. Средняя квадратическая погрешность нивелирования, приходящаяся на 1 км хода, равна  $m = 5$  мм. Чему равна средняя квадратическая погрешность нивелирного хода, длина которого  $L$  км? Какую предельную погрешность можно допустить в этом ходе.

10. Определить вероятнейшее значение угла, измеренного шестью приемами, и его среднюю квадратическую погрешность (данные см. в табл.).

№ приема	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
1	54 <sup>0</sup> 12' 30''	73 <sup>0</sup> 43' 25''	41 <sup>0</sup> 17' 37''	39 <sup>0</sup> 26' 52''	83 <sup>0</sup> 24' 03''	112 <sup>0</sup> 45' 15''	91 <sup>0</sup> 36' 28''	72 <sup>0</sup> 46' 35''
2	24''	17''	41''	51''	12''	12''	20''	29''
3	38''	14''	49''	50''	8''	19''	27''	39''
4	29''	20''	40''	59''	9''	22''	30''	37''
5	36''	15''	39''	48''	10''	19''	24''	32''
6	31''	16''	46''	49''	5''	20''	21''	30''
№ приема	Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16
1	96 <sup>0</sup> 15' 12''	46 <sup>0</sup> 47' 26''	39 <sup>0</sup> 56' 39''	51 <sup>0</sup> 26' 43''	29 <sup>0</sup> 31' 14''	90 <sup>0</sup> 25' 31''	86 <sup>0</sup> 23' 44''	62 <sup>0</sup> 39' 03''
2	18''	29''	36''	52''	13''	23''	51''	09''
3	19''	23''	31''	46''	12''	28''	53''	11''
4	17''	28''	34''	48''	24''	24''	50''	02''
5	10''	27''	37''	50''	21''	30''	47''	01''
6	20''	24''	32''	49''	20''	29''	49''	04''

11. Определить вес угла, полученного как разность двух направлений, если средняя квадратическая погрешность измерения направления равна  $m$ .

12. Отметка узловой точки получена из четырех нивелирных ходов. Вычислить вероятнейшее значение отметки узловой точки, среднюю квадратическую погрешность единицы веса, среднюю квадратическую погрешность нивелирования на 1 км хода и среднюю квадратическую погрешность вероятнейшего значения (данные см. в таблице).

Номера ходов	Н, м	Число станций	Н, м	Число станций	Н, м	Число станций
	Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
1	479,095	32	284,819	40	516,020	82
2	047	65	856	72	032	96
3	040	51	873	84	061	50
4	058	74	868	96	055	41
	Вариант 4		Вариант 5		Вариант 6	
1	323,748	65	197,157	85	608,487	74
2	745	72	125	48	480	66
3	732	47	148	63	449	30
4	771	84	166	70	442	45
	Вариант 7		Вариант 8		Вариант 9	
1	421,516	91	532,646	82	319,261	28
2	530	65	640	56	223	74
3	561	30	632	41	230	57
4	558	48	656	93	232	39
	Вариант 10		Вариант 11		Вариант 12	
1	251,359	21	630,528	56	145,962	26
2	325	32	520	35	525	62
3	348	84	563	91	540	46
4	311	37	511	35	532	53
	Вариант 13		Вариант 14		Вариант 15	
1	459,740	80	368,483	94	547,271	49
2	758	52	452	68	248	73
3	764	39	475	71	240	60
4	770	40	440	38	285	27

13. Дирекционный угол узловой линии получен по четырем теодолитным ходам. Определить его вероятнейшее значение по следующим данным:

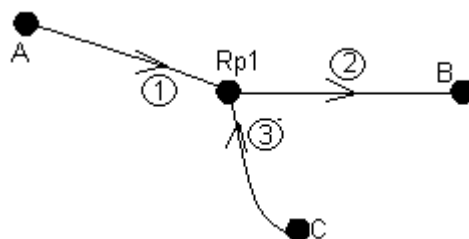
Номера ходов	Значение дирекционного угла	Число углов в ходе $n$
1	$125^{\circ}12'11,8''$	6
2	$15,1''$	4
3	$14,8''$	3
4	$12,3''$	5

4. Определить среднюю квадратическую погрешность отдельного измерения из ряда двойных измерений линии.

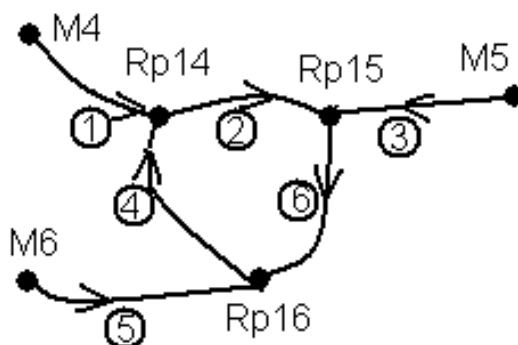
№ линий	d, м	d, м	№ линий	d, м	d, м
1	215,24	215,32	3	217,39	217,50
2	213,12	213,10	4	216,51	216,45
			5	214,56	214,48

5. Уравнять нивелирную сеть с одной узловой точкой и выполнить оценку точности. Исходные данные в табл., схема сети на рис. (i-номер варианта).

№ хода	Длина хода, км	Превышение, мм	Номер точки	Отметка, м
1	$2,2+0.1*i$	+10230	A	100,201
2	$3,2+0.1*i$	+4601	B	105,807
3	$2,8+0.1*i$	+4903	C	115,339



16. Уравнять параметрическим способом результаты нивелирования в сети. Схема сети на рис., исходные данные в табл. (i-номер варианта).



№ хода	Длина хода, км	Измеренные превышения, м	Исходные марки	Отметки марок, м
1	15,0	-1807	M4	122,356
2	$7,9+0.1*i$	+3901	M5	118,874
3	$5,8+0.1*i$	+5554+i	M6	110,870
4	$6,1+0.1*i$	-9952		
5	$8,0+0.1*i$	+3593+i		
6	$9,6+0.1*i$	+6077		

## **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Теория математической обработки геодезических измерений» предусмотрена в виде зачета и экзамена, которые проводятся в виде устного опроса в форме собеседования.

К экзамену или зачету допускается студент, сдавший все практические работы и задания по самостоятельной работе. Оценка выставляется в общей совокупности с учетом зачтенных практических работ, выполненной самостоятельной работы – зачтенных результатов тестирования.

### **Типовые вопросы к экзамену**

1. Классификация ошибок.
2. Случайные ошибки и их свойства.
3. Систематические ошибки и их свойства.
4. Грубые ошибки.
5. Источники ошибок в измерениях.
6. Измерение. Виды измерений.
7. Относительные ошибки.
8. Случайные величины и их характеристики.
9. Закон распределения случайной величины.
10. Функция распределения случайной величины.
11. Математическое ожидание случайной величины.
12. Свойства математического ожидания.
13. Дисперсия случайной величины.
14. Стандарт.
15. Закон нормального распределения.
16. Центрированная случайная величина и ее свойства.
17. Нормированная случайная величина и ее свойства.
18. Функция Лапласа.
19. Моменты случайной величины.
20. Асимметрия случайной величины.
21. Эксцесс случайной величины.
22. Вероятная (средняя) ошибка.
23. Средняя абсолютная ошибка.

24. Среднеквадратическая ошибка.
25. Среднеквадратическая ошибка функции коррелированных аргументов.
26. Среднеквадратическая ошибка функции некоррелированных аргументов.
27. Случайный вектор и его свойства.
28. Коэффициент корреляции.
29. Оценка точности случайного вектора. Ковариационная матрица. Весовая матрица. Обратная весовая матрица.
30. Вес измерений.
31. Вес функции.
32. Понятие об оценивании параметров.
33. Обоснование Метода наименьших квадратов.
34. Обработка ряда независимых неравноточных измерений.
35. Обработка ряда независимых равноточных измерений.
36. Условные уравнения.
37. Оценивание стандарта по невязкам условных уравнений.
38. Оценивание стандарта методом последовательных разностей.
39. Оценивание стандарта по разностям двойных равноточных измерений.
40. Оценивание стандарта по разностям двойных неравноточных измерений.

#### **Типовые вопросы к зачету**

1. Функциональная и стохастическая модели ошибок измерений.
2. Параметрические условные уравнения.
3. Коррелятные условные уравнения.
4. Уравнения поправок в коррелятном уравнивании.
5. Уравнения поправок в параметрическом уравнивании.
6. Составление нормальных уравнений коррелят.
7. Составление нормальных уравнений в параметрическом уравнивании.
8. Решение нормальных уравнений по алгоритму Гаусса.
9. Решение нормальных уравнений способом обращений.
10. Весовая функция и оценка точности по материалам коррелятного уравнивания.
11. Весовая функция и оценка точности по материалам параметрического уравнивания.
12. Проблема исходных данных.
13. Дефект сети.
14. Минимальные ограничения.
15. Внутренние ограничения.
16. Обобщенно-обратные матрицы и их использование в МНК.

## Критерии выставления оценки студенту

Оценка экзамена/ зачета	Требования к сформированным компетенциям
<i>«отлично» / «зачтено»</i>	Оценка «отлично» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он глубоко усвоил программный материал дисциплины, имеет твердые знания основного и дополнительного материала; безошибочно справляется с заданиями практических занятий, владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических задач. При этом оценка «отлично» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «отлично» выставляется студенту, если он освоил все профессиональные компетенции (ПК-13).
<i>«хорошо» / «зачтено»</i>	Оценка «хорошо» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он усвоил программный материал дисциплины и имеет знания только основного материала; справляется с заданиями практических занятий, владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических задач. При этом оценка «хорошо» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он освоил профессиональные компетенции (ПК-13).
<i>«удовлетворительно» / «зачтено»</i>	Оценка «удовлетворительно» при сдаче экзамена выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала; справляется даже с затруднениями с заданиями практических занятий, владеет большинством необходимых навыков и приемов выполнения практических задач. При этом оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольная работа и опросы, самостоятельная работа. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он освоил большинство профессиональных компетенций (ПК-13).
<i>«не удовлетворительно» / «не зачтено»</i>	Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет большую часть практической работы, часть задания не может выполнить. Оценка «не удовлетворительно» выставляется студенту, если он освоил не все профессиональные компетенции (ПК-13).