

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»  
в поселке Яблоновском

Кафедра нефтегазового дела и землеустройства



УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала МГТУ  
в поселке Яблоновском  
Р.И. Екутеч  
« 29 » мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.08.02 Математическая обработка геодезических измерений

по направлению  
подготовки бакалавров 21.03.02 Землеустройство и кадастры

по профилю подготовки Землеустройство

квалификация (степень)  
выпускника Бакалавр

программа подготовки академический бакалавриат

форма обучения очная, заочная


год начала подготовки 2020

Яблоновский

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана филиала МГТУ в поселке Яблоновском по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Составитель рабочей программы:

Старший преподаватель  
(должность, ученое звание, степень)

  
(подпись) Зборомирская Р.В.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры нефтегазового дела и землеустройства

Заведующий кафедрой  
«12 мая 2020»

  
(подпись) Щербатова Т.А.  
(Ф.И.О.)

Одобрено научно-методической комиссией филиала МГТУ в поселке Яблоновском

«12» мая 2020

Председатель научно-методического совета направления подготовки 21.03.02

  
(подпись) Щербатова Т.А.  
(Ф.И.О.)

Директор филиала МГТУ в поселке Яблоновском  
«12 мая 2020»

  
(подпись) Екутеч Р.И.  
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. выпускающей кафедрой по направлению подготовки

  
(подпись) Щербатова Т.А.  
(Ф.И.О.)

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины**

**Целью учебной дисциплины-**Математическая обработка геодезических измерений состоит в освоении современных методов обработки геодезических измерений.

Основные задачи- оценка точности геодезических измерений, предрасчет необходимой точности измерений при решении разнообразных производственных задач, уравнивание результатов измерений и оценка точности геодезических сетей.

**Задачами** дисциплины являются:

**Изучение:**

- Теории ошибок измерений с основами теории вероятности и математической статистики;
- Способ наименьших квадратов, включающий параметрический и коррелятивный способы уравнивания.

**Формирование умения:**

- Выполнять оценку точности результатов геодезических измерений и их функций;
- Выполнять оценку точности проектов геодезических сетей;
- Выполнять уравнивание геодезических сетей.

**Формирование навыков:**

- владения методами оценки точности результатов геодезических измерений и их функций;
- владения методами оценки точности проектов геодезических сетей;
- владения методами уравнивая геодезических сетей;
- владения программным обеспечением, позволяющим выполнять оценку точности и уравнивание геодезических сетей.

**Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:**

- случайные величины и законы их распределения;
- теория ошибок;
- коррелятивный способ уравнивания и его модификации;
- параметрический способ уравнивания и его модификации;
- программное обеспечение по обработке геодезических измерений.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП по направлению подготовки**

Данная учебная дисциплина входит в перечень дисциплин по выбору студента вариативной части ОП. Математическая обработка геодезических измерений – прикладная техническая дисциплина, изучающая геодезические приборы, их теорию, устройство, методы исследований, а также правила обращения с приборами и ухода за ними.

Математическая обработка геодезических измерений тесно связано с физикой, математикой, астрономией и другими науками. Знания, полученные на занятиях по дисциплине геодезическое инструментоведение нужны при изучении следующих дисциплин: геодезия, инженерное обустройство территории, геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров, фотограмметрия и дистанционное зондирование.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате изучения учебной дисциплины «Математическая обработка геодезических измерений» у обучающегося формируются следующие компетенции, предусмотренные ФГОС ВО:

- способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами (ОПК-3);

- способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах (ПК-5).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** теорию ошибок измерений с основами теории вероятности и математической статистики, способ наименьших квадратов, включающий параметрический и корреляционный способы уравнивания.

**уметь:** уметь выполнять оценку точности результатов геодезических измерений и их функций, выполнять оценку точности проектов геодезических сетей, выполнять уравнивание геодезических сетей.

**владеть:** методами оценки точности результатов геодезических измерений и их функций, методами оценки точности проектов геодезических сетей, методами уравнивания геодезических сетей, программным обеспечением, позволяющим выполнять оценку точности и уравнивание геодезических сетей.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр 4
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>51,5/1,43</b>	<b>51,35/1,43</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34/0,94	34/0,94
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,35/0,009	0,35/0,009
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	<b>57/1,58</b>	<b>57/1,58</b>
В том числе:		
Расчетные работы	14/0,39	14/0,39
Доклады	14/0,39	14/0,39
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Составление плана-конспекта	14/0,39	14/0,39
2. Проведение мониторинга, подбор и анализ статистических данных	15/0,42	15/0,42
<b>Контроль (всего)</b>	<b>35,65/0,99</b>	<b>35,65/0,99</b>
Форма промежуточной аттестации: (экзамен)	экзамен	экзамен
<b>Общая трудоемкость (часы/ з.е.)</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

##### 4.2. Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.	Семестр 4
<b>Контактные часы (всего)</b>	<b>20,35/0,57</b>	<b>20,35/0,57</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	8/0,22	8/0,22
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	12/0,33	12/0,33
Контактная работа в период аттестации (КРАТ)	0,35/0,009	0,35/0,009
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	-	-
<b>Самостоятельная работа (СР) (всего)</b>	<b>115/3,19</b>	<b>115/3,19</b>
В том числе:		
Расчетные работы	28/0,78	28/0,78
Реферат	28/0,78	28/0,78
<i>Другие виды СРС (если предусматриваются, приводится перечень видов СРС)</i>		
1. Составление плана-конспекта	28/0,78	28/0,78
2. Проведение мониторинга, подбор и анализ статистических данных	31/0,86	31/0,86
<b>Контроль (всего)</b>	<b>8,65/0,24</b>	<b>8,65/0,24</b>
Форма промежуточной аттестации: (экзамен)	экзамен	экзамен
<b>Общая трудоемкость (часы/ з.е.)</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)					
		Л	ПЗ/Лаб	КРат	СРП	Контроль	СР
<b>4 семестр</b>							
1	Введение.	2	4	-	-	-	7
2	Теория ошибок измерений	2	5	-	-	-	7
3	Результаты измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины	2	5	-	-	-	7
4	Необходимые и избыточные измерения	2	5	-	-	-	7
5	Параметрический способ уравнивания	3	5	-	-	-	7
6	Коррелятный способ уравнивания	2	5	-	-	-	7
7	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин	2	5	-	-	-	7
8	Понятие о многогрупповых и комбинированных способах уравнивания	2	-	-	-	-	8
9	Промежуточная аттестация.	-	-	0,35	-	35,65	-
<b>Итого</b>		<b>17</b>	<b>34</b>	<b>0,35</b>	<b>-</b>	<b>35,65</b>	<b>57</b>

### 5.1. Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную и трудоемкость (в часах)					
		Л	ПЗ/Лаб	Крат	СРП	Контроль	СР
<b>4 семестр</b>							
1	Введение.	2	2	-	-	-	14
2	Теория ошибок измерений	-	2	-	-	-	14
3	Результаты измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины	2	-	-	-	-	14
4	Необходимые и избыточные измерения	-	2	-	-	-	14
5	Параметрический способ уравнивания	2	2	-	-	-	14
6	Коррелятный способ уравнивания	-	2	-	-	-	14
7	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин	2	2	-	-	-	14
8	Понятие о многогрупповых и комбинированных способах уравнивания	-	-	0,35	-	-	17
9	Промежуточная аттестация.	-	-	0,35	-	8,65	-
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>0,35</b>	<b>-</b>	<b>8,65</b>	<b>115</b>

### 5.3. Содержание разделов дисциплины «Геодезическое инструментоведение», образовательные технологии

Лекционный курс по очной форме обучения

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / зач. ед.)	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	2/0,05	1.1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Ее значение для геодезий, и взаимосвязь с другими дисциплинами картографо-геодезического профиля. 1.2. Краткие исторические сведения о развитии теории обработки измерений.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> общие сведения о геодезических приборах, их классификацию, метрологическое обеспечение; требования к геодезическим приборам. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению основной и дополнительной литературы. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации	Лекция с элементами беседы.
2.	Теория ошибок измерений	2/0,05	2.1. Классификация ошибок измерений. 2.2. Ошибки измерений как случайные величины. 2.3. Оценка точности функций. 2.4. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. 2.5. Проверка статистических гипотез.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> механические мерные приборы; оптические и электронные дальномеры. <b>Уметь:</b> измерять длины линий непосредственно и косвенно; вводить в измеренные линии поправки; оценивать точность результатов измерений. <b>Владеть:</b> навыками работы механическими мерными приборами, оптическим дальномером, лазерной рулеткой.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Типовые задания
3.	Результаты измерений,	2/0,06	3.1. Многомерная случайная величина (случайный вектор)	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> типы теодолитов; устройство теодолита; поверки	Лекции-визуализации,



	функции результатов измерений как многомерные случайные величины		3.2. Ковариационная и обратная весовая матрицы		теодолита. <b>Уметь:</b> выполнять поверки теодолита, измерять горизонтальные и вертикальные углы. <b>Владеть:</b> навыками работы теодолитом.	Слайд-лекция, Типовые задания
4.	Необходимые и избыточные измерения.	2/0,06	4.1. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений. Задачи уравнивания. 4.2. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок (теорема Гауса-Маркова) 4.3. «Строгие» и «приближенные» способы уравнивания. Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> виды нивелиров, их устройство, поверки нивелиров. <b>Уметь:</b> выполнять поверки нивелира, выполнять геометрическое нивелирование. <b>Владеть:</b> навыками работы нивелиром.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция Типовые задания
5	Параметрический способ уравнивания.	3/0,08	5.1. Выбор параметров. Составление параметрических уравнений связи. Составление параметрических уравнений поправок. 5.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений. 5.3. Оценка точности в параметрическом способе. Вычисление квадратической ошибки единицы веса по материалам уравнивания. Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров. 5.4. Матричная форма записи	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> конструктивные особенности электронного тахеометра, порядок работы с электронным тахеометром. <b>Уметь:</b> пользоваться инструкциями по применению электронных тахеометров разных фирм. <b>Владеть:</b> навыками работы с электронным тахеометром.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция Типовые задания

			параметрического способа. 5.5. Использование параметрического способа для уравнивания геодезических сетей.			
6	Коррелатный способ уравнивания	2/0,05	6.1. Подсчет числа независимых условных уравнений. Составление условий и переход к условным уравнениям поправок. 6.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление поправок и результаты измерений. 6.3. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций. 6.4. Матричная форма записи коррелатного способа. 6.5. Использование коррелатного способа для уравнивания геодезических сетей.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> спутниковый метод получения информации; российскую систему ГЛОНАСС, американскую систему NAVSTAR GPS, европейскую систему GALILEO. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания
7	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин.	2/0,05	7.1. Уравнивание зависимых величин	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> современное электронное, лазерное, цифровое геодезическое оборудование. Программное обеспечение геодезических работ. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания
8	Понятие и многогрупповых и комбинированных способов уравнивания.	2/0,05	8.1. Применение групповых способов уравнивания 8.2. Применение комбинированных способов уравнивания 8.3. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных 8.4. Рукуррентный алгоритм уравнивания. Контроль грубых ошибок	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> современное электронное, лазерное, цифровое геодезическое оборудование. Программное обеспечение геодезических работ. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания

					анализа информации	
<b>Итого</b>		<b>17/0,47</b>				

Лекционный курс по заочной форме обучения

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы / зач. ед.)	Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение	2/0,05	1.1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Ее значение для геодезий, и взаимосвязь с другими дисциплинами картографо-геодезического профиля. 1.2. Краткие исторические сведения о развитии теории обработки измерений	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> общие сведения о геодезических приборах, их классификацию, метрологическое обеспечение; требования к геодезическим приборам. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению основной и дополнительной литературы. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации	Лекция с элементами беседы.
2.	Теория ошибок измерений	-	2.1. Классификация ошибок измерений. 2.2. Ошибки измерений как случайные величины. 2.3. Оценка точности функций. 2.4. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. 2.5. Проверка статистических гипотез.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> механические мерные приборы; оптические и электронные дальнометры. <b>Уметь:</b> измерять длины линий непосредственно и косвенно; вводить в измеренные линии поправки; оценивать точность результатов измерений. <b>Владеть:</b> навыками работы механическими мерными приборами, оптическим дальнометром, лазерной рулеткой.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Типовые задания
3.	Результаты	2/0,06	3.1. Многомерная случайная величина	ОПК-3	<b>Знать:</b> типы теодолитов;	Лекции-

	измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины		(случайный вектор) 3.2. Ковариационная и обратная весовая матрицы	ПК-5	устройство теодолита; поверки теодолита. <b>Уметь:</b> выполнять поверки теодолита, измерять горизонтальные и вертикальные углы. <b>Владеть:</b> навыками работы теодолитом.	визуализации, Слайд-лекция, Типовые задания
4.	Необходимые и избыточные измерения.	-	4.1. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений. Задачи уравнивания. 4.2. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок (теорема Гауса-Маркова) 4.3. «Строгие» и «приближенные» способы уравнивания. Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> виды нивелиров, их устройство, поверки нивелиров. <b>Уметь:</b> выполнять поверки нивелира, выполнять геометрическое нивелирование. <b>Владеть:</b> навыками работы нивелиром.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция Типовые задания
5	Параметрический способ уравнивания.	2/0,05	5.1. Выбор параметров. Составление параметрических уравнений связи. Составление параметрических уравнений поправок. 5.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений. 5.3. Оценка точности в параметрическом способе. Вычисление квадратической ошибки единицы веса по материалам уравнивания. Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> конструктивные особенности электронного тахеометра, порядок работы с электронным тахеометром. <b>Уметь:</b> пользоваться инструкциями по применению электронных тахеометров разных фирм. <b>Владеть:</b> навыками работы с электронным тахеометром.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция Типовые задания

			5.4. Матричная форма записи параметрического способа. 5.5. Использование параметрического способа для уравнивания геодезических сетей.			
6	Коррелатный способ уравнивания	-	6.1. Подсчет числа независимых условных уравнений. Составление условий и переход к условным уравнениям поправок. 6.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление поправок и результаты измерений. 6.3. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций. 6.4. Матричная форма записи коррелатного способа. 6.5. Использование коррелатного способа для уравнивания геодезических сетей.	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> спутниковый метод получения информации; российскую систему ГЛОНАСС, американскую систему NAVSTAR GPS, европейскую систему GALILEO. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания
7	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин.	2/0,05	7.1. Уравнивание зависимых величин	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> современное электронное, лазерное, цифровое геодезическое оборудование. Программное обеспечение геодезических работ. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций. <b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания
8	Понятие и многогрупповых и комбинированных способов уравнивания.	-	8.1. Применение групповых способов уравнивания 8.2. Применение комбинированных способов уравнивания 8.3. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных 8.4. Рекуррентный алгоритм уравнивания. Контроль грубых ошибок	ОПК-3 ПК-5	<b>Знать:</b> современное электронное, лазерное, цифровое геодезическое оборудование. Программное обеспечение геодезических работ. <b>Уметь:</b> организовать свою самостоятельную работу по изучению литературы и инструкций.	Лекции-визуализации, Слайд-лекция, Лекция-беседа Типовые задания

					<b>Владеть:</b> навыками сбора и анализа информации	
<b>Итого</b>		<b>8/0,18</b>				

#### 5.4. Практические и семинарские занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Практические и семинарские занятия учебным планом не предусмотрены.

#### 5.5 Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах ОФО

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Ошибки измерений как случайные величины	Интеграл вероятностей. Вычисление вероятности попадания истинных ошибок в заданный интервал. Использование правила двух и трех сигм для выявления грубых ошибок.	4/0,11
2.	Оценка точности функций	Оценка точности функций коррелированных и некоррелированных аргументов. Назначение допусков для невязок.	5/0,14
3.	Оценка точности функций	Оценка относительной точности результатов измерений и их функций. Назначение весов измерений. Решение задач на формулу обратного веса функции общего вида.	5/0,14
4.	Оценка точности функций	Использование принципа равных влияний для предрасчета необходимой точности измерений.	5/0,14
5.	Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений.	Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.	5/0,14
6.	Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений.	Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.	5/0,14
7.	Проверка статистических гипотез	Проверка гипотез о законе распределения истинных ошибок измерений.	5/0,14
8.	Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных	Уравнивание нивелирной сети с учетом ошибок исходных данных	-
<b>Итого</b>			<b>34/0,95</b>

#### 5.6 Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах ЗФО

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Ошибки измерений как случайные величины	Интеграл вероятностей. Вычисление вероятности попадания истинных ошибок в заданный интервал. Использование правила двух и трех сигм для выявления грубых ошибок.	1/0,03
2.	Оценка точности функций	Оценка точности функций коррелированных и некоррелированных аргументов. Назначение допусков для невязок.	1/0,03
3.	Оценка точности функций	Оценка относительной точности	2/0,06

		результатов измерений и их функций. Назначение весов измерений. Решение задач на формулу обратного веса функции общего вида.	
4.	Оценка точности функций	Использование принципа равных влияний для предрасчета необходимой точности измерений.	2/0,06
5.	Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений.	Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений.	2/0,06
6.	Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений.	Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.	2/0,05
7.	Проверка статистических гипотез	Проверка гипотез о законе распределения истинных ошибок измерений.	2/0,05
8.	Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных	Уравнивание нивелирной сети с учетом ошибок исходных данных	-
<b>Итого</b>			<b>12/0,34</b>

### 5.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.



### 5.7. Самостоятельная работа студентов ОФО

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Введение	1.1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Ее значение для геодезий, и взаимосвязь с другими дисциплинами картографо-геодезического профиля. 1.2. Краткие исторические сведения о развитии теории обработки измерений	2 неделя	7/0,19
2.	Теория ошибок измерений	2.1. Классификация ошибок измерений. 2.2. Ошибки измерений как случайные величины. 2.3. Оценка точности функций. 2.4. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. 2.5. Проверка статистических гипотез.	4 неделя	7/0,19
3.	Результаты измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины	3.1. Многомерная случайная величина (случайный вектор) 3.2. Ковариационная и обратная весовая матрицы	6 неделя	7/0,19
4.	Необходимые и избыточные измерения.	4.1. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений. Задачи уравнивания. 4.2. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок (теорема Гауса-Маркова) 4.3. «Строгие» и «приближенные» способы уравнивания. Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.	8 неделя	7/0,19
5.	Параметрический способ уравнивания.	5.1. Выбор параметров. Составление параметрических уравнений связи. Составление параметрических уравнений поправок.	10 неделя	7/0,19

		<p>5.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений.</p> <p>5.3. Оценка точности в параметрическом способе. Вычисление квадратической ошибки единицы веса по материалам уравнивания. Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров.</p> <p>5.4. Матричная форма записи параметрического способа.</p> <p>5.5. Использование параметрического способа для уравнивания геодезических сетей.</p>		
6.	Коррелятный способ уравнивания	<p>6.1. Подсчет числа независимых условных уравнений. Составление условий и переход к условным уравнениям поправок.</p> <p>6.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление поправок и результаты измерений.</p> <p>6.3. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций.</p> <p>6.4. Матричная форма записи коррелятного способа.</p> <p>6.5. Использование коррелятного способа для уравнивания геодезических сетей.</p>	14 неделя	7/0,19
7.	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин.	7.1. Уравнивание зависимых величин	16 неделя	7/0,19
8.	Понятие и многогрупповых и комбинированных способах уравнивания.	<p>8.1. Применение групповых способов уравнивания</p> <p>8.2. Применение комбинированных способов уравнивания</p> <p>8.3. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных</p>	18 неделя	8/0,22

		данных 8.4. Рекуррентный алгоритм уравнивания. Контроль грубых ошибок		
<b>Итого</b>			<b>57/1,58</b>	

### 5.7. Самостоятельная работа студентов ЗФО

№ п/п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Объем в часах / трудоемкость в з.е.
1.	Введение	1.1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Ее значение для геодезий, и взаимосвязь с другими дисциплинами картографо-геодезического профиля. 1.2. Краткие исторические сведения о развитии теории обработки измерений	14/0,38
2.	Теория ошибок измерений	2.1. Классификация ошибок измерений. 2.2. Ошибки измерений как случайные величины. 2.3. Оценка точности функций. 2.4. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. 2.5. Проверка статистических гипотез.	14/0,38
3.	Результаты измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины	3.1. Многомерная случайная величина (случайный вектор) 3.2. Ковариационная и обратная весовая матрицы	14/0,38
4.	Необходимые и избыточные измерения.	4.1. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений. Задачи уравнивания. 4.2. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок (теорема Гауса-Маркова) 4.3. «Строгие» и «приближенные» способы уравнивания. Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.	14/0,38
5.	Параметрический способ уравнивания.	5.1. Выбор параметров. Составление параметрических уравнений связи. Составление параметрических уравнений поправок. 5.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений. 5.3. Оценка точности в параметрическом способе. Вычисление квадратической ошибки единицы веса по материалам	14/0,38

		уравнивания. Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров. 5.4. Матричная форма записи параметрического способа. 5.5. Использование параметрического способа для уравнивания геодезических сетей.	
6.	Коррелятный способ уравнивания	6.1. Подсчет числа независимых условных уравнений. Составление условий и переход к условным уравнениям поправок. 6.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление поправок и результаты измерений. 6.3. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций. 6.4. Матричная форма записи коррелятного способа. 6.5. Использование коррелятного способа для уравнивания геодезических сетей.	14/0,38
7.	Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин.	7.1. Уравнивание зависимых величин	14/0,38
8.	Понятие и многогрупповых и комбинированных способах уравнивания.	8.1. Применение групповых способов уравнивания 8.2. Применение комбинированных способов уравнивания 8.3. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных 8.4. Рукуррентный алгоритм уравнивания. Контроль грубых ошибок	17/0,47
<b>Итого</b>			<b>115/3,19</b>

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1 Методические указания (собственные разработки)

#### 6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: учебник / Г.А. Федотов. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 479 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=329726>

2. Виноградов, А.В. Применение современных электронных тахеометров в топографических, строительных и кадастровых работах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Виноградов, А.В. Войтенко. - Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 172 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=346695>

**7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Этапы формирования компетенции (номер семестра согласно учебному плану)		Наименование учебных дисциплин, формирующих компетенции в процессе освоения образовательных программ
<b>ОПК – 3: способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами</b>		
ОФО	ЗФО	
3	4	Материаловедение
6	7	Метрология стандартизация и сертификация
1,2,3	1,2,3	Геодезия
4	7	Типология объектов недвижимости
4	1	Основы землеустройства
7	5	Прикладная геодезия
4,5,6,7	5,6,7,8	Землеустроительное проектирование
3	2	Основы кадастра недвижимости
5	5	Инженерное обустройство территории
5,6	7,8	Основы градостроительства и планировка населенных мест
3	5	Картография
8	9	Региональное землеустройство
7	6	Организация и планирование кадастровых работ
4	4	<i>Математическая обработка геодезических измерений</i>
8	9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	9	Подготовка к сдаче и сдача экзамена
8	9	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы
<b>ПК-5 способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</b>		
1,2	3,4	Почвоведение и инженерная геодезия
4,5,6,7	5,6,7,8	Землеустроительное проектирование
4,5	3,4	Кадастр недвижимости и мониторинг земель
3	2	Основы кадастра недвижимости
8	9	Экономика землеустройства
8	9	Оценка земель и недвижимости
7	8	Экологический мониторинг
4	4	<i>Математическая обработка геодезических измерений</i>
2,4,6	4,6,8	Производственная практика
6	8	Научно-исследовательская работа
8	9	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
8	9	Подготовка к сдаче и сдача итогового экзамена
8	9	Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
<b>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами</b>					
<p><b>Знать:</b> организации и осуществления проектно-исследовательских работ по землеустройству, кадастрам, предусмотренных земельным законодательством; понятия, основные положения ведения кадастра недвижимости и мониторинга земель; методов получения, обработки и использования кадастровой информации и основ получения мониторинговых данных земель; теоретические и практические основы территориального планирования; понятия, основные закономерности и принципы землеустроительного проектирования; понятия, порядок и методы разработки проектов землеустройства, основные положения противозерозионной организации территории; методы проведения геодезических измерений, оценку их точности; методы и средства составления топографических карт и планов, использование карт и планов и другой геодезической информации при решении инженерных задач в землеустройстве и кадастрах; понятия, задачи, содержание, виды, принципы и правила ведения землеустройства и кадастра недвижимости; методы получения, обработки и использования кадастровой информации; осознавать необходимость ведения землеустройства и кадастра.</p>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Устный опрос, тесты, конспекты, зачет
<p><b>Уметь:</b> применять на практике методы, приемы и порядок ведения государственного кадастра недвижимости и мониторинга земель; технологии сбора, систематизации и обработки информации, порядок</p>	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие	Сформированные умения	

<p>использования информационной базы кадастра недвижимости и мониторинга земель в системе управления земельными ресурсами; ; применять на практике методы, приемы и порядок разработки проектов землеустройства с комплексом противоэрозионных мероприятий; оценивать точность результатов геодезических измерений; выполнять измерения на топографических планах и картах; применять на практике методы, приемы и порядок ведения землеустройства и государственного кадастра недвижимости; выделять и применять необходимые методы и способы инженерно-геодезических и картографических работ для быстрого и качественного создания землеустроительных и кадастровых материалов.</p>			ошибки		
<p><b>Владеть:</b> навыками применения информационных технологий для решения задач государственного кадастра недвижимости и мониторинга земель, использовании данных кадастра недвижимости и мониторинга земель для эффективного управления земельными ресурсами; методами обоснования проектных решений при землеустроительном проектировании; процедурой разработки и сопровождения землеустроительной документации; методами проведения топографо-геодезических работ и навыками использования современных приборов и оборудования. методикой оценки поступающей информации; методикой и приемами сбора, обобщения, анализа и интерпретирования землеустроительной и кадастровой информации с целью принятия обоснованных управленческих решений; современными технологиями проектных кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами</p>	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
<b>ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</b>					
<p><b>Знать:</b> геологические, инженерно-геологические процессы и формы их негативного воздействия на рельеф</p>	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но	Сформированные	1. Реферат 2. Дискуссии

<p>и почвенный покров; пути повышения эффективности использования земель; принципы, методы и критерии оценки эффективности землеустроительных схем и проектов;</p> <p>теоретические основы оценки земель и недвижимости; основные понятия, методы, алгоритмы вычислительной математики; идеологию составителя вычислительных алгоритмов; методы, приемы и порядок ведения государственного кадастра недвижимости и мониторинга земель; технологии заполнения кадастровой документации, текстовых и графических материалов для целей кадастра и мониторинга земель; нормативную базу и документальное оформление земельно-кадастровых работ; современные методики и технологии мониторинга земель; особенности основных типов программных продуктов и информационных автоматизированных систем для организации работы с землеустроительной информацией.</p>			содержащие отдельные пробелы знания	систематические знания	3. Тестирование 4. Устный ответ на экзамене
<p><b>Уметь:</b> применять полученные знания для решения инженерных задач; описывать почвенные монолиты по морфологическим признакам, проводить диагностику почв по результатам химических анализов, составлять геологические профили; использовать современные методы оценки эффективности схем и проектов территориального и внутрихозяйственного землеустройства; разрабатывать технико-экономическое обоснование новых проектов, схем, инвестиционных программ использования земель.; применять различные методы оценки земель и недвижимости; выбрать и обосновать применение современных методик и технологий мониторинга земель; формировать кадастровую документацию; применять полученные знания для решения инженерных задач; использовать современные географические и земельно-информационные системы.</p>	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	



<p><b>Владеть:</b> методами работы с материалами почвенных исследований в землеустройстве; применением научных методов исследования при выборе лучших вариантов землеустроительных решений; навыками составления блок-схем алгоритмов, проводить анализ их вычислительных возможностей. навыками проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах в оценочной деятельности; методикой кадастрового учета объектов недвижимости на основе современных информационных систем и технологий; методикой мониторинга земель; методиками обработки землеустроительной информации и способностью критической их оценки; навыками практического использования наиболее распространенных в мировой и отечественной практике ГИС, используемых при проведении работ по землеустройству и кадастру</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
---	------------------------------------	---	---	--	--

### **7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Вероятностное моделирование ошибок измерений. Основные числовые характеристики ошибок измерений.
2. Определение СКО аргументов функции некоррелированных величин по СКО этой функции (принципы равных СКО; равных влияний; имеющихся возможностей).
3. Определение «веса» измерения. Вычисление «веса» функции некоррелированных величин по «весам» её аргументов.
4. Определение «весов» некоррелированных аргументов по заданному «весу» их функции (принципы «равных весов» и «равных влияний»).
5. Математическая обработка ряда равноточных, некоррелированных, свободных от «систематики» измерений одной величины: нахождение действительного значения (ДЗ) измеряемой величины, оценка точности измерений, оценка точности ДЗ.
6. Математическая обработка ряда неравноточных, некоррелированных, свободных от «систематики» измерений одной величины: нахождение ДЗ измеряемой величины, оценка точности измерений и ДЗ.
7. Построение доверительных границ для математического ожидания и среднего квадратического отклонения при математической обработке ряда некоррелированных измерений одной величины.
8. Математическая обработка повторных (двойных) равноточных, некоррелированных измерений разных величин: нахождение ДЗ измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности ДЗ результатов.
9. Математическая обработка повторных (двойных) неравноточных, некоррелированных измерений разных величин: нахождение ДЗ измеряемых величин, оценка точности измерений, оценка точности ДЗ результатов.
10. Матрицы и основные операции над ними: сравнение, сложение, умножение матрицы на число, умножение матриц, транспонирование, обращение квадратной матрицы. Дифференцирование линейных и произвольных матричных функций векторного аргумента и квадратичных форм в матричной форме записи.
11. Укрупнённая блок-схема коррелятной версии МНК-оптимизации данных (6 первых этапов), используемая при математической обработке геодезических измерений, контроля. 21
12. Опираясь на условие отсутствия систематических ошибок в измерениях ( $E(y)=y$ ) и ковариационную матрицу измерений ( $K_y = K$ ), определите математические ожидания и ковариационные матрицы «векторов-оценителей» алгоритма коррелятной версии МНК-оптимизации.
13. Вывести формулы для вычисления допустимых значений «невязок», коррелят, и МНК-поправок для коррелятной версии МНК-оптимизации.
14. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений (ДЗ) измерений и функций от них при коррелятном способе уравнивания.
15. Поэтапная реализация технологии коррелятной версии МНК-оптимизации: особенности этапов и контроля как отдельных шагов, так и всего процесса (6 первых этапов).
16. Поэтапная реализация технологии коррелятной версии МНК-оптимизации: особенности этапов и контроля как отдельных шагов, так и всего процесса (4 последних этапа, начиная с

7го).

17. Укрупнённая блок-схема параметрической версии МНК-оптимизации (6 первых этапов), используемой при математической обработке геодезических измерений, контроли.

18. Априорная и апостериорная оценка точности уравненных значений параметров и функций от них при параметрическом способе уравнивания.

19. Поэтапная реализация технологии параметрической версии МНК-оптимизации: особенности этапов, контроли отдельных шагов и процесса в целом (6 первых этапов).

20. Поэтапная реализация технологии параметрической версии МНК-оптимизации: особенности этапов, контроли отдельных шагов и процесса в целом (4 последних этапа, начиная с 7го).

21. Неслучайные ошибки: анализ данных, оценивание неслучайных ошибок, проверка гипотезы о незначимости таких ошибок.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Требования к проведению экзамена**

Экзамен – форма проверки знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в процессе усвоения учебного материала лекционных, практических и семинарских занятий по дисциплине.

Экзамен может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению преподавателя. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Экзаменационные билеты (вопросы) утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедрой. В билете должно содержаться не более трех вопросов. Комплект экзаменационных билетов по дисциплине должен содержать 25—30 билетов.

Экзаменатор может проставить экзамен без опроса или собеседования тем обучающимся, которые активно участвовали в семинарских занятиях.

##### **Критерии оценки знаний на экзамене**

Отметка «отлично» - обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Отметка «хорошо» - обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий.

Отметка «удовлетворительно» - обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Отметка «неудовлетворительно» - обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Основная литература**

1 Федотов, Г.А. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: учебник / Г.А. Федотов. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 479 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=329726>

2. Виноградов, А.В. Применение современных электронных тахеометров в топографических, строительных и кадастровых работах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Виноградов, А.В. Войтенко. - Москва: Инфра-Инженерия, 2019. - 172 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=346695>

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Новиков, Ю.А. Геодезическое обеспечение кадастровой деятельности: учебное пособие / Ю.А. Новиков, В.Н. Щукина, Ю.Е. Голякова. - Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2018. - 96 с. <http://www.iprbookshop.ru/83688.html>

2. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия [Электронный ресурс]: учебник / Г.А. Федотов. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 479 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/485299>

### **8.3. Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»**

1. Образовательный портал ФГБОУ ВО «МГТУ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mkgtu.ru/>

2. Научная электронная библиотека [www.eLIBRARY.RU](http://www.eLIBRARY.RU) – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>

3. - Единое окно доступа к образовательным ресурсам: Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

4. Федеральный портал «Российское образование» – Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

5. - Электронный каталог библиотеки – Режим доступа: <http://lib.mkgtu.ru:8004/catalog/fo12>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### 9.1. Учебно-методические материалы по лекциям дисциплины Математическая обработка геодезических измерений

Раздел/Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения	Формируемые компетенции
Введение. 1.1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Ее значение для геодезий, и взаимосвязь с другими дисциплинами картографо-геодезического профиля. 1.2. Краткие исторические сведения о развитии теории обработки измерений	Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный	Изучение нового материала.	Устная речь, рисунки.	ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах
Теория ошибок измерений. 2.1. Классификация ошибок измерений. 2.2. Ошибки измерений как случайные величины. 2.3. Оценка точности функций. 2.4. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. 2.5. Проверка статистических гипотез.	Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный, формирование умений и навыков.	Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний	Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование.	ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах

<p>Результаты измерений, функции результатов измерений как многомерные случайные величины. 3.1. Многомерная случайная величина (случайный вектор) 3.2. Ковариационная и обратная весовая матрицы</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный, формирование умений и навыков.</p>	<p>Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</p>
<p>Необходимые и избыточные измерения. 4.1. Причины, вызывающие необходимость уравнивания измерений. Задачи уравнивания. 4.2. Использование метода наименьших квадратов для определения уравненных результатов измерений, оптимальность получаемых оценок (теорема Гауса-Маркова) 4.3. «Строгие» и «приближенные» способы уравнивания. Различные вычислительные пути нахождения оценок по методу наименьших квадратов, связь между ними.</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный, формирование умений и навыков.</p>	<p>Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</p>
<p>Параметрический способ уравнивания. 5.1. Выбор параметров. Составление параметрических уравнений связи. Составление параметрических уравнений поправок. 5.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление уравненных параметров и уравненных результатов измерений.</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный</p>	<p>Изучение нового материала.</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и</p>

<p>5.3. Оценка точности в параметрическом способе. Вычисление квадратической ошибки единицы веса по материалам уравнивания. Оценка точности уравненных параметров, уравненных результатов измерений, функций уравненных параметров.</p> <p>5.4. Матричная форма записи параметрического способа.</p> <p>5.5. Использование параметрического способа для уравнивания геодезических сетей.</p>				<p>кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</p>
<p>Коррелятный способ уравнивания. 6.1. Подсчет числа независимых условных уравнений. Составление условий и переход к условным уравнениям поправок. 6.2. Составление и решение системы нормальных уравнений. Вычисление поправок и результаты измерений. 6.3. Оценка точности уравненных результатов измерений и их функций. 6.4. Матричная форма записи коррелятного способа. 6.5. Использование коррелятного способа для уравнивания геодезических сетей.</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный</p>	<p>Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</p>
<p>Расширение принципа наименьших квадратов на уравнивание зависимых величин. 7.1. Уравнивание зависимых величин</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный</p>	<p>Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в</p>

				землеустройстве и кадастрах
<p>Понятие и многогрупповых и комбинированных способах уравнивания. 8.1. Применение групповых способов уравнивания</p> <p>8.2. Применение комбинированных способов уравнивания</p> <p>8.3. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных</p> <p>8.4. Рекуррентный алгоритм уравнивания. Контроль грубых ошибок</p>	<p>Лекция с элементами беседы, приобретение знаний, объяснительно-иллюстративный</p>	<p>Изучение нового материала. Обобщение и систематизация знаний</p>	<p>Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.</p>	<p>ОПК–3 Способность использовать знания современных технологий проектных, кадастровых и других работ, связанных с землеустройством и кадастрами</p> <p>ПК-5 - способность проведения и анализа результатов исследований в землеустройстве и кадастрах</p>



## 9.2. Учебно-методические материалы по лабораторным работам дисциплины Математическая обработка геодезических измерений

Раздел/Тема с указанием основных учебных элементов (дидактических единиц)	Наименование лабораторного занятия	Методы обучения	Способы (формы) обучения	Средства обучения
Тема 1. Ошибки измерений как случайные величины Интеграл вероятностей. Вычисление вероятности попадания истинных ошибок в заданный интервал. Использование правила двух и трех сигм для выявления грубых ошибок.	Общие правила эксплуатации геодезических приборов. Техника безопасности при работе с геодезическими приборами.	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки.
Тема 2. Оценка точности функций Оценка точности функций коррелированных и некоррелированных аргументов. Назначение допусков для невязок.	Работа с приборами для линейных измерений	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование.
Тема 3. Оценка точности функций Оценка относительной точности результатов измерений и их функций. Назначение весов измерений. Решение задач на формулу обратного веса функции общего вида.	Работа с теодолитом.	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование, слайд-лекция.
Тема 4. Оценка точности функций Использование принципа равных влияний для предрасчета необходимой точности измерений.	Работа с нивелиром.	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, лабораторное оборудование, слайд-лекция.
Тема 5. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. Оценка точности по разностям двойных равноточных	Работа с электронным тахеометром.	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и	Устная речь, рисунки, учебные пособия,

измерений.			навыков	лабораторное оборудование, слайд-лекция.
Тема 6. Генеральная совокупность и случайная выборка в случае измерений. Оценка точности по разностям двойных неравноточных измерений.	Приборы для решения инженерно-геодезических задач	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.
Тема 7. Проверка статистических гипотез Проверка гипотез о законе распределения истинных ошибок измерений.	Описание технических возможностей современного геодезического оборудования	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.
Тема 8. Основы уравнивания с учетом ошибок исходных данных Уравнивание нивелирной сети с учетом ошибок исходных данных	Описание технических возможностей современного геодезического оборудования	Выполнение лабораторного задания	формирование и совершенствование знаний и навыков	Устная речь, рисунки, учебные пособия, слайд-лекция.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю, практике, ГИА), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

### 10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система «Windows»;
2. Офисный пакет «WPS office»;
3. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
4. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»;
5. Тестовая система собственной разработки, правообладатель ФГБОУ ВО «МГТУ», свидетельство №2013617338.

### 10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. IPRBooks. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания "Ай Пи Ар Медиа". – Саратов, 2010. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/586.html> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Znanium.com. Базовая коллекция: электронно-библиотечная система: сайт / ООО "Научно-издательский центр Инфра-М". – Москва, 2011 - URL: <http://znanium.com/catalog> . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. - URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. CYBERLENINKA: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2014. URL: <https://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ): федеральная государственная информационная система: сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004. - URL: <https://нэб.рф/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам: сайт / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. – Москва, 2005. - URL: <http://window.edu.ru/>

**11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<b>Специальные помещения</b>		
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов (А-205) 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.</p>	<p>учебная мебель на 22 посадочных места, доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран), Демонстрационные плакаты «Плановая привязка и закрепление трассы на местности»; «Пример оформления плана трассы автомобильной дороги», «Решение задач по плану с горизонталями», «Решение задач по карте», «Основные элементы плана трассы автомобильной дороги», «Геодезические работы при вертикальной планировке участка», «Основные элементы поперечного профиля автомобильных дорог», «Номенклатура карт и планов», «Топографические съемки», «Геодезические сети», «Типы кривых на автомобильной дороге», «Устройство теодолита», «Ориентирование линий на местности», «Юстировки теодолита», «Плановое съемочное обоснование», «Геометрическое нивелирование», «Обратная геодезическая задача».</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (А-204): учебная мебель на 22 посадочных места, доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран); Нивелир LEICA Jogger - 2 шт., Нивелир SOUTHNL-32 – 4 шт; Рейка телескопическая ORIENT – 1</p>	

	шт; Рейка телескопическая 3 м, ТС2-33А - 4 шт., Теодолит 2Т30П № 60967, Электронный цифровой теодолитDGT1Q-2 шт; тахеометр NikonDTM-302; Лазерный дальномер-рулетка RGK – 5 шт.	
Лаборатория информационных технологий в профессиональной деятельности (А-303) 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.	посадочные места по количеству обучающихся, учебная доска, Персональные компьютеры (10 шт.);	программное обеспечение: Windows 10 Pro 64-bit (Лицензия : код продукта 00331-20070-64990-AA980); Windows 10 Pro 64-bit (Лицензия : код продукта 00331-20070-64990-AA980); 7-Zip – бесплатная; MicrosoftOffice-лицензионная; KasperskyLab-26FE-000451-5729CF81; K-LiteCodecPack-бесплатная; MicrosoftAnalysisServices-бесплатная; MozillaFirefox-бесплатная; GoogleChrome-бесплатная; AdobeAcrobat 11.0 – бесплатная; КБ Панорама (лицензионная) – 5 шт.
<b>Помещения для самостоятельной работы</b>		
Учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ) (А-302). 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.	посадочные места по количеству обучающихся, учебная доска, Персональные компьютеры (10 шт.)	Операционная система Windows - лицензионная; 7-Zip – бесплатная; Офисный пакет Microsoft Office 2016 - лицензионная; Антивирус Kaspersky Endpoint Security - лицензионная; K-Lite Codec Pack-бесплатная; Microsoft Analysis Services - бесплатная; Mozilla Firefox-бесплатная; Google Chrome-бесплатная; Adobe Reader DC – бесплатная.
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (А-104). 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.	учебная мебель на 30 посадочных мест, учебная доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран), ноутбук	Операционная система Windows - лицензионная; 7-Zip – бесплатная; Офисный пакет Microsoft Office 2016 - лицензионная; Антивирус Kaspersky Endpoint Security - лицензионная; K-Lite Codec Pack-бесплатная; Microsoft Analysis Services - бесплатная; Mozilla Firefox-бесплатная; Google Chrome-

		бесплатная; Adobe Reader DC – бесплатная.
Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (А-104). 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.	учебная мебель на 30 посадочных мест, учебная доска, мультимедийное оборудование (проектор, экран), ноутбук	Операционная система Windows - лицензионная; 7-Zip – бесплатная; Офисный пакет Microsoft Office 2016 - лицензионная; Антивирус Kaspersky Endpoint Security - лицензионная; K-Lite Codec Pack-бесплатная; Microsoft Analysis Services - бесплатная; Mozilla Firefox-бесплатная; Google Chrome-бесплатная; Adobe Reader DC – бесплатная.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой и подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС – читальный зал филиал ФГБОУ ВО «МГТУ» в поселке Яблоновском. 385140, Республика Адыгея, Тахтамукайский район, пгт. Яблоновский, ул. Связи, д. 11.	Читальный зал на 50 посадочных мест, компьютерное оснащение с выходом в Интернет на 6 посадочных мест, оснащенные специализированной мебелью (стулья, столы, шкафы, шкафы выставочные), мультимедийное оборудование, оргтехника (принтер, сканер, копировальный аппарат).	Операционная система Windows - лицензионная; 7-Zip – бесплатная; Офисный пакет Microsoft Office 2016 - лицензионная; Антивирус Kaspersky Endpoint Security - лицензионная; K-Lite Codec Pack-бесплатная; Microsoft Analysis Services - бесплатная; Mozilla Firefox-бесплатная; Google Chrome-бесплатная; Adobe Reader DC – бесплатная.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (А-102): технические средства обучения.		

## 12. Дополнения и изменения в рабочей программе за 2021/2022 учебный год

В рабочую программу Б1.В.ДВ.08.02 Математическая обработка геодезических измерений  
(наименование дисциплины)

для направления (специальности) 21.03.02 Землеустройство и кадастры  
(код, наименование)

вносятся следующие дополнения и изменения:

**Добавлен п. 5.8. Календарный график воспитательной работы по дисциплине**  
**Модуль 3. Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность**

Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Февраль, 2022  Филиал МГТУ в посёлке Яблоновском	Лекция-беседа по теме: «Введение в дисциплину: математическая обработка геодезических измерений»	групповая	Зборомирская Р.В.	Сформированность ПК-5

Дополнения и изменения внес старший преподаватель Зборомирская Р.В.

  
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
нефтегазового дела и землеустройства  
(наименование кафедры)

«30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Щербатова Г.А.  
(Ф.И.О.)