



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова  
Кафедра землеустройства и лесоводства

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института Мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

*Д.М. Бенин*  
Д.М. Бенин  
2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.02 Методы обработки геодезических измерений

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 21.03.02 Землеустройство и кадастры

Направленность: Землеустройство сельских и городских территорий

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчик: Безбородов Ю.Г. д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

*Б-*  
«23» августа 2024г.  
*Савельев*  
(подпись)

Рецензент: Савельев А.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«22» августа 2024г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов 10.009 «Землеустроитель», 10.001 «Специалист в сфере кадастрового учёта», 10.002 «Специалист в области инженерно-геодезических изысканий» по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры и учебного плана по направлению подготовки 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

Программа обсуждена на заседании кафедры землеустройства и лесоводства протокол № 1 от «27» августа 2024г.

И.о. зав. кафедрой Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент,

*Б-*  
«27» августа 2024г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института Мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова И.В. Гавриловская, к.т.н., доцент

*Г-*  
«26» 08 2024г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
землеустройства и лесоводства

Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

*Б-*  
(подпись)  
«27» августа 2024г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ *Мир* Безбородов Ю.Г.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ.....	6
ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 Содержание дисциплины .....	11
4.3 Лекции/практические/ занятия.....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>20</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>21</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	21
2) ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ .....	23
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ.....	23
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	25
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>25</b>
7.1 Основная литература .....	25
7.2 Дополнительная литература .....	26
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	26
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>26</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>26</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>27</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>29</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	30
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>30</b>

**Аннотация**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**«Б1.В.02» «Методы обработки геодезических измерений»**  
**для подготовки бакалавров по направлению**  
**21.03.02 «Землеустройство и кадастры»**  
**Направленность: «Землеустройство»**

**Цель освоения дисциплины:** в соответствии с компетенциями по дисциплине освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков математической обработки геодезических измерений, критериев оценки точности измерений, освоение алгоритмов, оптимизирующих результаты геодезических измерений, для составления проектов, схем в землеустройстве и кадастрах с надлежащей точностью.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3

**Краткое содержание дисциплины:** Измерения и их виды: понятие измерения, факторы и условия измерений. Классификация измерений. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей. Понятия точности результатов измерений. Количественные критерии точности измерений: средняя квадратическая погрешность (СКП), как количественная мера точности результатов измерений, формула Гаусса, предельная погрешность, средняя и вероятная погрешность. Оценка точности функций результатов измерений. Оценка точности линейной функции результатов измерений: формула для вычисления СКП линейных функций результатов измерений; частные случаи. Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях. Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины. Две задачи обработки ряда: уравнивание и оценка точности. Простая арифметическая средина и ее свойства. Условия Гаусса-Маркова. СКП простой арифметической средины. Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины. Понятие веса. Вес как мера относительной точности результатов измерений. СКП единицы веса. Вес функции результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Примеры использования полученных формул для расчета обратных весов функций различного вида. Вес суммы « $n$ » углов, вес невязки в  $n$ -угольнике. Вес дирекционного угла « $n$ »-й линии теодолитного хода. Расчет весов при геометрическом нивелировании: передача высоты по ходу в « $n$ » станций, по ходу общей длиной  $L$  км. Общая арифметическая средина и ее свойства. Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Порядок математической обработки ряда неравноточных измере-

ний одной и той же величины. Понятие условного уравнения, невязки условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности геометрического нивелирования по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности по разностям двойных измерений. Основы метода наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов поправок. Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок  $[PV^2]=\min$ . Понятие о параметрическом способе уравнивания. Суть коррелатного способа уравнивания: сущность задачи, условные уравнения, условные уравнения поправок, нормальные уравнения коррелат, оценка точности. Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой. Принципиальная сущность упрощенных методов. Суть способа. Алгоритм решения задачи: предварительная обработка ходов; вычисление уравненного значения дирекционного угла узловой линии и дирекционных углов линий ходов; вычисление уравненных значений координат узловой точки и координат точек сети. Оценка точности. Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений. Уравнивание свободной съемочной сети по способу профессора В.В. Попова.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 144/4/4 (часы/зач. ед.).**

**Промежуточный контроль: экзамен.**

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность к освоению студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков математической обработки геодезических измерений, критериев оценки точности измерений, освоение алгоритмов, оптимизирующих результаты геодезических измерений, для составления проектов, схем в землеустройстве и кадастрах с надлежащей точностью.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессиональных стандартов 10.009 «Землеустроитель», 10.001 «Специалист в сфере кадастрового учёта», 10.002 «Специалист в области инженерно-геодезических изысканий» ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» являются: «Математика», «Информатика», «Картография», «Геодезия», «Математическая статистика».

Дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системный анализ», «Моделирование в землеустроительном проектировании».

Особенностью дисциплины является ее математическая и инженерно-техническая направленность, что требует хороших знаний соответствующих дисциплин, а также уверенного владения методами съемки в геодезии и обработки геодезических измерений.

Рабочая программа дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

### **4. Структура и содержание дисциплины**

#### ***4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам***

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы обработки геодезических измерений»

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1 Знать методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	классификацию измерений, ошибок измерений и показателей точности измерений;	систематизировать и правильно оценивать входные и выходные потоки информации, уметь их правильно организовывать и представлять в цифровом и электронном виде средствами ГИС	методами и средствами обработки разнородной информации при решении специальных геодезических задач в землеустройстве
			1.3 Владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач	методы математической обработки и анализа (МОА) многократных равноточных и неравноточных измерений одной величины и парных измерений; формулы оценки точности результатов измерений и их функций	проводить анализ, уравнивание и математическую обработку результатов геодезических измерений; решать простейшие системы нормальных уравнений, вычислять СКП уравненных значений неизвестных	алгоритмами обработки результатов многократных измерений одной и той же величины, способами упрощенного уравнивания простейших геодезических построений; методикой оформления графических проектных и прогнозных материалов с использованием современных компьютерных технологий

2.	ПКос-2	Способен осуществлять мероприятия по реализации проектных решений по землеустройству и кадастрам	2.1 Осуществляет выбор и обосновывает применение технологических приемов и методов, организационных и технологических решений при реализации проектов в области землеустройства и кадастров	<p>теоретические основы землеустройства, в том числе производственный потенциал земельного участка и его экономическую оценку, организацию использования земельных ресурсов, понятие о содержании землеустройства, систему землеустройства; организацию межхозяйственного землеустройства, в том числе образование землепользований несельскохозяйственного назначения; организационно-правовые формы формирования землепользований сельскохозяйственных предприятий, экономическое обоснование землепользований сельскохозяйственных предприятий; организацию внутрихозяйственного землеустройства, в том числе задачи и содержание внутрихозяйственного землеустройства; принципы организации угодий, системы севооборотов; земельное законодательство по организации ра-</p>	<p>давать характеристику потенциала земельного участка, организации использования земельных ресурсов; выстраивать систему землеустройства; размещать производственные подразделения и хозяйственные центры, инженерные объекты общехозяйственного значения; организовать угодья, систему севооборотов; оценить экономическую и социальную эффективность проекта внутрихозяйственного землеустройства; пользоваться на необходимом уровне планово-картографической основой для землеустройства; анализировать и применять землестроительную документацию; проводить идентификацию объектов землепользования и землеустройства</p>	<p>теоретическими основами землеустройства; методиками межхозяйственного землеустройства; методиками внутрихозяйственного землеустройства; планово-картографической основой для землеустройства; методами составления проектов и схем землеустройства, их экономического обоснования; использовать топографические карты и планы при разработке проектов рационального использования земельных ресурсов; анализировать природно-климатические явления при анализе и обработке карт; анализировать рабочие проекты по использованию и охране земель</p>
----	--------	--	---	---	--	--

			<p>ционального использования и охраны земельных ресурсов;</p> <p>методику технико-экономического обоснования установления границ городов и иных поселений, отвода земель государственным, коммерческим и другим организациям;</p> <p>технологию земельно-хозяйственного устройства территории городов и поселков, предприятий и хозяйств;</p> <p>основы рационального использования земельных ресурсов;</p> <p>системные показатели повышения эффективности использования земель;</p> <p>экологический раздел экспертизы программ, схем и проектов социально-экономического развития территории</p>		
3.	ПКос-3	Способен проводить исследования в области землеустройства и кадастров и анализировать их результаты	3.1. Проводит оценку и анализ качества выполненных работ, математическую обработку результатов измерений	<p>принципы создания и обеспечение ГИС системы координат, принципы формирования баз данных и ведения земельного кадастра;</p> <p>внедрения автоматизированных земельно-кадастровых систем на</p>	<p>использовать современную компьютерную технику и информационные технологии при создании кадастровых карт, проведении кадастровой оценки земель, при ведении государственного кадастрового учета земель;</p> <p>навыками обработки результатов полевых съемок с помощью ИТ технологий</p>

			основе применения со- временных	средств вычислительной техники		
4	ПКос-4	Способен участвовать в проведении землеустроительных и земельно-кадастровых работ	4.3 Планирует, организовывает и осуществляет геодезические съёмки и съёмки с применением средств ДЗЗ, оценивает их результаты, производит их обработку с получением конечной продукции	основы, технологии и приёмы топографического черчения, методику оформления планов, карт, графической части проектных и прогнозных материалов; основные методики проектирования с использованием ИТ технологий	использовать методы компьютерной графики и топографического черчения при вычерчивании элементов планов геодезической, почвенной и других съёмок, проектов землеустройства; оформлять планы и карты после выполнения топографо-геодезических работ при землеустройстве и кадастрах с помощью ИТ технологий	методами интерпретации данных, получаемых в рамках инженерно-кадастровых и земельно-кадастровых работ; навыками работы с геодезическим оборудованием

Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего /*	В т.ч. по семест- рам	
		№5	всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/4</b>		<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>70,4/4</b>		<b>70,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>			
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	34	34	
практические занятия (ПЗ)	34/4	34/4	
консультации перед экзаменом	2	2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>73,6</b>	<b>73,6</b>	
контрольные работы	30	30	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (про- работка и повторение лекционного материала и материа- ла учебников и учебных пособий, подготовка к лаборатор- ным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	19	19	
Подготовка к экзамену (контроль)	24,6	24,6	
Вид промежуточного контроля:	Экзамен		

\* в том числе практическая подготовка

**4.2 Содержание дисциплины**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудитор- ная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР все- го	
Раздел 1 «Теория погрешностей»	71/4	18	20/4		33
Раздел 2 «Основы метода наименьших квад- ратов»	36,6	8	8		20,6
Раздел 3 «Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей»	34	8	6		20
консультации перед экзаменом	2			2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4			0,4	
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>144/4</b>	<b>34</b>	<b>34/4</b>	<b>3,4</b>	<b>73,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144/4</b>	<b>34</b>	<b>34/4</b>	<b>2,4</b>	<b>73,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1 Теория погрешностей**

**Тема 1** Измерения и их виды: понятие измерения, факторы и условия измерений. Классификация измерений.

**Тема 2** Теория погрешностей. Основные понятия и определения

Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей

**Тема 3** Понятия точности результатов измерений. Количественные критерии точности измерений: средняя квадратическая погрешность (СКП), как количественная мера точности результатов измерений, формула Гаусса, предельная погрешность, средняя и вероятная погрешность.

**Тема 4.** Оценка точности функций результатов измерений. Оценка точности линейной функции результатов измерений: формула для вычисления СКП линейных функций результатов измерений; частные случаи.

Оценка точности нелинейных функций результатов измерений: формула для вычисления СКП нелинейной функции в общем виде, примеры вычисления СКП нелинейных функций простейшего вида

**Тема 5.** Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях

Угломерные работы: закон накапливания случайных погрешностей в сумме углов теодолитного хода, при передаче дирекционного угла на "п" сторону теодолитного хода. Линейные измерения: накапливание случайных погрешностей при измерении длин линий местности мерной лентой, коэффициент случайного влияния и его физический смысл. Геометрическое нивелирование: накапливание случайных погрешностей при проложении нивелирных ходов в равнинной и всхолмленной местности, СКП нивелирования на станции, (километрическая) погрешность на 1 км. хода.

Принцип расчета допусков при контроле качества геодезических измерений

**Тема 6.** Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины

Две задачи обработки ряда: уравнивание и оценка точности. Простая арифметическая средина и ее свойства. Условия Гаусса-Маркова. СКП простой арифметической средины. Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины

**Тема 7.** Оценка относительной точности результатов измерений и их функций

Понятие веса. Вес как мера относительной точности результатов измерений. СКП единицы веса. Вес функции результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. Примеры использования полученных формул для расчета обратных весов функций различного вида.

Вес суммы «п» углов, вес невязки в  $n$ -угольнике. Вес дирекционного угла «п»-й линии теодолитного хода. Расчет весов при геометрическом нивелировании: передача высоты по ходу в «п» станций, по ходу общей длиной  $L$  км.

**Тема 8.** Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины

Общая арифметическая средина и ее свойства. Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Порядок математической обработки ряда неравноточных измерений одной и той же величины

**Тема 9.** Оценка точности результатов измерений, связанных условиями.

Понятие условного уравнения, невязки условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности геометрического нивелирования по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности по разностям двойных измерений (разность двойного измерения  $d$ , рассматривается как невязка (истинная погрешность) условного уравнения  $X - X_0 = 0$

## **Раздел 2. Основы метода наименьших квадратов**

**Тема 10.** Основы метода наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов поправок. Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок  $[PV2] = \min$ . На примере показать, что в случае многократных измерений одной и той же величины этот принцип приведет к общей арифметической средине

**Тема 11.** Понятие о параметрическом способе уравнивания.

Суть параметрического метода уравнивания: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок. Преобразованные параметрические уравнения поправок. Нормальные уравнения, методы составления и решения. Оценки точности в параметрическом способе

**Тема 12.** Понятие о коррелатном способе уравнивания

Суть коррелатного способа уравнивания: сущность задачи, условные уравнения, условные уравнения поправок, нормальные уравнения коррелат, оценка точности.

## **Раздел 3. Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей**

**Тема 13.** Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой. Принципиальная сущность упрощенных методов. Суть способа. Алгоритм решения задачи: предварительная обработка ходов; вычисление уравненного значения дирекционного угла узловой линии и дирекционных углов линий ходов; вычисление уравненных значений координат узловой точки и координат точек сети. Оценка точности

**Тема 14.** Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений. Сущность способа. Используемые формулы, приведенные веса. Порядок уравнивания на примере системы нивелирных ходов с несколькими узловыми точками. Принцип оценки точности

**Тема 15.** Уравнивание свободной съемочной сети по способу профессора В.В. Попова.

Теоретическая основа способа - случай одного условного уравнения в коррелатном способе. Красные числа: сущность, вычисление, контроль. Порядок уравнивания на примере свободной нивелирной сети из нескольких полигонов. Особенности уравнивания теодолитной сети, состоящей из нескольких полигонов.

#### 4.3 Лекции/практические/ занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ / практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
<b>Раздел 1 Теория погрешностей</b>					
1.	Тема 1. Измерения и их виды: понятие измерения, факты и условия измерений. Классификация измерений. Тема 2. Теория погрешностей. Основные понятия и определения. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей Тема 3. Понятия точности результатов измерений. Тема 4. Оценка	Лекция1. Измерения и их виды: понятие измерения, факты и условия измерений. Классификация измерений.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
		Лекция 2. Теория погрешностей. Основные понятия и определения. Погрешность результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Свойства случайных погрешностей. Результат измерения и погрешность измерения как случайные величины. Нормальный закон распределения случайных погрешностей.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2

	<p>точности линейной функции результатов измерений.</p>	<p><b>Лекция 3.</b> Понятия точности результатов измерений. Количественные критерии точности измерений: средняя квадратическая погрешность (СКП), формула Гаусса, предельная погрешность, средняя и вероятная погрешность.</p>	<p>УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3</p>		2
		<p><b>Лекция 4.</b> Оценка точности функций результатов измерений. Оценка точности линейной функции результатов измерений: формула для вычисления СКП линейных функций результатов измерений; частные случаи. Оценка точности нелинейных функций результатов измерений: формула для вычисления СКП нелинейной функции в общем виде, примеры вычисления СКП нелинейных функций простейшего вида.</p>	<p>УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3</p>		2
		<p><b>ПЗ 1.</b> Вычисление СКП по истинным погрешностям. Решение задач по использованию формулы Гаусса для оценки точности</p>	<p>УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3</p>	<p>Контрольная работа 1</p>	2
		<p><b>ПЗ 2.</b> Вычисления СКП функций линейного вида</p>	<p>УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3</p>	<p>Самостоятельная работа</p>	2/2
	<p><b>Тема 5.</b> Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях</p>	<p><b>Лекция 5.</b> Накапливание случайных погрешностей при основных геодезических измерениях Угломерные работы: закон накапливания случайных погрешностей в сумме углов теодолитного хода. Линейные измерения: накапливание случайных погрешностей при измерении длин линий местности мерной лентой, коэффициент случайного влияния и его физический смысл. Геометрическое нивелирование: накапливание случайных погрешностей при проложении нивелирных ходов в равнинной и всхолмленной местности, СКП нивелирования на станции, (километрическая) погрешность на 1 км. хода. Принцип расчета до-</p>	<p>УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3</p>		2

		пусков при контроле качества геодезических измерений.			
		<b>ПЗ 4.</b> Использование закона накапливания случайных погрешностей для вычисления СКП.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Контрольная работа 1	2
		<b>Лекция 6.</b> Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины Две задачи обработки ряда: уравнивание и оценка точности. Простая арифметическая средина и ее свойства. Условия Гаусса-Маркова. СКП простой арифметической средины. Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
	Тема 6. Математическая обработка ряда равноточных независимых результатов измерений одной и той же величины	<b>ПЗ 5.</b> Обработка ряда равноточных измерений. Оценка точности измерений. Применение формулы Бесселя. Порядок математической обработки ряда равноточных измерений одной и той же величины	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Контрольная работа 1	2
		<b>ПЗ 6.</b> Контрольная работа 1	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
	Тема 7. Оценка относительной точности результатов измерений и их функций	<b>Лекция 7.</b> Оценка относительной точности результатов измерений и их функций. Понятие веса. Вес как мера относительной точности результатов измерений. СКП единицы веса. Вес функций результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелиней-	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2

	ного вида.			
	<b>ПЗ 7.</b> Расчет весов на основании определения Расчет весов измерительных элементов	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Контрольная работа 2	2
<b>Тема 8.</b> Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины	<b>Лекция 8.</b> Математическая обработка ряда неравноточных независимых измерений одной и той же величины. Общая арифметическая средина и ее свойства. Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Порядок математической обработки ряда неравноточных измерений одной и той же величины	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
	<b>ПЗ 8.</b> Математическая обработка результатов измерений. Пример обработки ряда. Обработка рядов неравноточных измерений одной и той же величины	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Контрольная работа 2	2
<b>Тема 9.</b> Оценка точности результатов измерений, связанных условиями	<b>Лекция 9.</b> Оценка точности результатов измерений, связанных условиями. Понятие условного уравнения, невязки условного уравнения. Формула вычисления СКП по невязкам. Оценка точности угловых измерений по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности геометрического нивелирования по невязкам в полигонах и ходах. Оценка точности по разностям двойных измерений	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
	<b>ПЗ 9.</b> Оценка точности результатов измерений. Оценка точности по невязкам в полигонах и ходах и по разностям двойных измерений	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Контрольная работа 2	2
<b>Темы 7-9</b>	<b>ПЗ 10.</b> Контрольная работа 2			2
<b>Раздел 2 Основы метода наименьших квадратов</b>				
2.	<b>Тема 10.</b> Основы метода наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов поправок. Суть принципа минимума суммы квадратов поправок. Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок. [PV2]=min.	<b>Лекция 10.</b> Основы метода наименьших квадратов. Принцип минимума суммы квадратов поправок. Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок [PV2]=min.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	
	<b>ПЗ 11.</b> Минимум суммы квадратов вероятнейших поправок [PV2]=min. Изучение вероятностных поправок.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Типовые задачи, вопросы к экзамену	2

		<p><b>Лекция 11.</b> Понятие о паре метрическом способе уравнивания. Суть параметрического метода уравнивания: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок. Преобразованные параметрические уравнения поправок. Нормальные уравнения, методы составления и решения. Оценки точности в параметрическом способе</p> <p><b>ПЗ 12.</b> Составление параметрических уравнений поправок. Составление и решение нормативных уравнений. Оценка точности по результатам уравнения</p>	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2
		<p><b>Лекция 12.</b> Понятие о коррелатном способе уравнивания. Суть коррелатного способа уравнивания: сущность задачи, условные уравнения, условные уравнения поправок, нормальные уравнения коррелат, оценка точности.</p> <p><b>ПЗ 13.</b> Решение простейших задач на уравнивание коррелатным способом. Решение простейших задач на оценку точности при коррелатном способе уравнивания.</p>	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Типовые задачи, вопросы к экзамену	2
		<p><b>Раздел 3 Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей</b></p>			2
3.	<p><b>Тема 13.</b> Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой.</p>	<p><b>Лекция 13.</b> Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой. Принципиальная сущность упрощенных методов. Суть способа. Алгоритм решения задачи: предварительная обработка ходов; вычисление уравненного значения дирекционного угла узловой линии и дирекционных углов линий ходов; вычисление уравненных значений координат узловой точки и координат точек сети. Оценка точности</p> <p><b>ПЗ 14.</b> Уравнивание съемочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловой точкой.</p> <p><b>ПЗ 15.</b> Уравнивание съемочной сети из трех теодолитных ходов с одной узловой точкой. Обработка хода. Оценка точности измерений</p>	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Типовые задачи, вопросы к экзамену	2
					2
					2
	<p><b>Тема 14.</b> Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений.</p>	<p><b>Лекция 14.</b> Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками способом последовательных приближений. Сущность способа. Используемые формулы, приведенные веса. Порядок уравнивания на примере системы ниве-</p>	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3		2

	лирных ходов с несколькими узловыми точками. Принцип оценки точности			
	<b>ПЗ 16.</b> Уравнивание съемочной сети способом последовательных приближений. Порядок уравнивания	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Типовые задачи, вопросы к экзамену	2
	<b>Тема 15.</b> Уравнивание свободной съемочной сети по способу профессора В.В. Попова.	<b>Лекция 15.</b> Уравнивание свободной съемочной сети по способу профессора В.В. Попова Теоретическая основа способа - случай одного условного уравнения в коррелатном способе. Красные числа сущность, вычисление, контроль. Порядок уравнивания на примере свободной нивелирной сети из нескольких полигонов. Особенности уравнивания теодолитной сети, состоящей из нескольких полигонов.	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	
	<b>ПЗ 17.</b> Уравнивание свободной съемочной сети	УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3	Типовые задачи, вопросы к экзамену	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Теория погрешностей</b>		
1.	Тема 1,2	Нормальный закон распределения погрешностей (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
2.	Тема 3	Решение задач по использованию формулы Гаусса (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
3	Тема 4	Вычисления СКП нелинейных функции простейшего вида (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
4	Тема 5	Закон накапливания случайных погрешностей: в сумме углов теодолитного хода, линейных измерений, нивелирного хода. Километрическая погрешность. Принцип расчета допусков при контроле качества геодезических измерений (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
5	Тема 6	Вероятнейшие поправки и их свойство. Формула Бесселя (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
6	Тема 7	Вес функции результатов измерений: формула обратного веса функций линейного и нелинейного вида. (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
7	Тема 8,9	Ср.кв. погрешность единицы веса и СКП средневзвешенного. Оценка точности по разностям двойных измерений (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
<b>Раздел 2 Основы метода наименьших квадратов</b>		
8	Тема 10	Суть принципа минимума суммы квадратов вероятнейших поправок $[PV2]=\min$ . (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
9	Тема 11	Суть параметрического метода уравнивания: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
10	Тема 12	Нормальные уравнения коррелат, оценка точности (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
<b>Раздел 3 Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей</b>		
11	Тема 13	Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
12	Тема 14	Уравнивание системы съемочных ходов с несколькими узловыми точками (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)
13	Тема 15	Порядок уравнивания на примере свободной нивелирной сети из нескольких полигонов (УК-1.1, УК-1.3, ПКос-3.1, ПКос-2.1, ПКос-4.3)

**5. Образовательные технологии**

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Оценка точности ПЗ	Разбор конкретных ситуаций. Групповое обсуж-

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
	по невязкам в ходах по разностям двойных измерений		дение
2	Основы метода наименьших квадратов	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций. Групповое обсуждение
3	Способы уравнивания съемочных сетей	ПЗ	Разбор конкретных ситуаций. Групповое обсуждение

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Текущим контролем являются самостоятельная работа и контрольные работы.

Освоение разделов дисциплины контролируется контрольными работами. Задачи к контрольным работам выдаются студентам индивидуально. Задачи к контрольным работам представлены в ОМД по данной дисциплине.

### 1). Примерные задачи контрольных работ

#### РАЗДЕЛ 1. ТЕОРИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ

##### Задание 1. Оценка точности результатов измерений

1.1. Вычисление истинных, средних квадратических и предельных ошибок измерений, обработка ряда равноточных измерений

**Задача 1.** Одна и та же линия измерена лентой 8 раз. При этом получены следующие результаты: 245,15 м; 245,20; 245,00; 245,08; 245,10; 245,05; 245,12; 245,17 м. Точная длина линии равна 245,12 м. Определить истинные ошибки измерений, среднюю квадратическую и предельную ошибки одного измерения, относительную предельную ошибку одного измерения.

1.2. Оценка точности функций измеренных величин

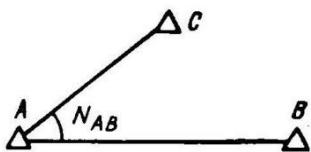
**Задача 2.** При измерении горизонтального расстояния нитяным дальномером сделан отсчет по рейке  $l=182$  см  $\pm 0,4$  см (здесь  $\pm 0,4$  см – средняя квадратическая ошибка отсчета). Коэффициент дальномера ( $K=100$ ) и постоянное слагаемое ( $c=0,6$  м) определены с высокой точностью и могут быть приняты безошибочными. Найти среднюю квадратическую ошибку расстояния.

#### РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

##### Типовые задачи по теме 10

##### Задача 3

Составить уравнение поправок для дирекционного угла  $\alpha_i$  стороны  $S_i$ .



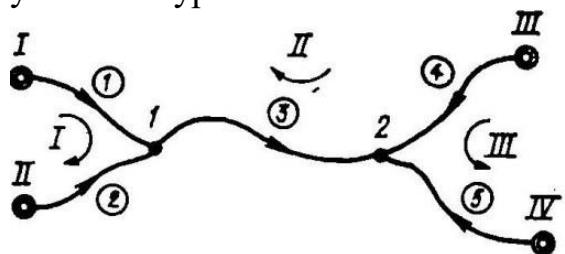
### Типовые задачи по теме 11

#### Задача 1

Из измерений получены значения углов плоского треугольника  $y_1 = 61^\circ 17'35''$ ,  $y_2 = 55^\circ 39'27''$ ,  $y_3 = 63^\circ 02'52''$ . По этим результатам составить уравнения поправок для определения уравненных значений всех трех углов  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

#### Задача 1

Составить деревья в сети (см. рис.) и по каждому дереву получить систему условных уравнений.

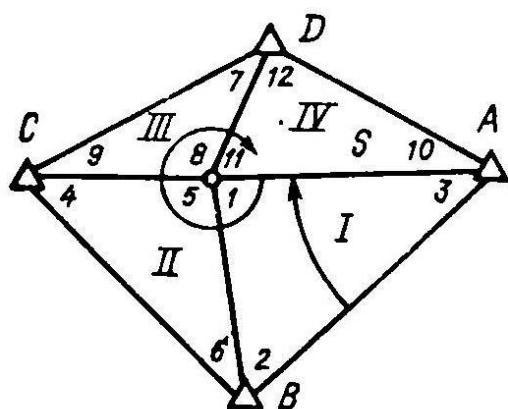


### РАЗДЕЛ 3. УПРОЩЕННЫЕ СПОСОБЫ УРАВНИВАНИЯ СЪЕМОЧНЫХ СЕТЕЙ

### Типовые задачи по теме 14

#### Задача 1

Уравнять углы в центральной системе (рис.) и произвести оценку точности. Результаты измерения углов в треугольниках центральной системы даны в табл.



### Типовые задачи по теме 15

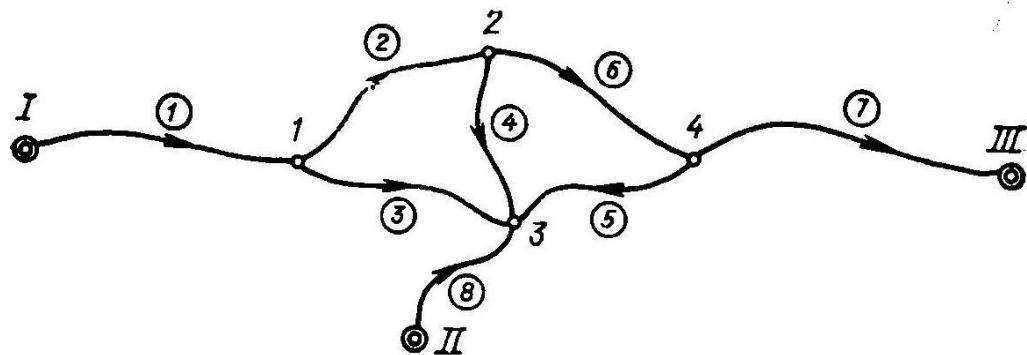
#### Задача 1

Смотреть задачи 4, 7, 8 из тем 12-13. Решить их способом последовательных приближений.

## Типовые задачи по теме 15

### Задача 2

Выполнить уравнивание нивелирной сети, изображенной на рисунке. Оценить точность всех узловых реперов (матрицу весовых коэффициентов получить по способу Ганзена) и уравненного превышения  $\bar{h}_4$ . Исходные данные приведены ниже, а измеренные превышения и длины ходов даны в таблице. Нормальные уравнения составить дважды: по схеме В и по способу узлов проф. В. В. Попова.



№ п/п	Превышения, м	Длина хода, км									
		Варианты									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$+2,214+0,001i^*$	12,8	13,4	14,0	8,0	11,1	11,8	13,2	15,1	16,6	17,5
2	$+1,566$	14,2	14,8	15,5	8,9	12,3	13,1	14,6	16,7	18,3	19,4
3	$-0,302$	8,7	9,1	9,5	5,4	7,6	8,0	8,9	10,2	11,2	11,8
4	$-1,881$	12,4	13,0	13,6	7,7	10,7	10,4	12,8	14,6	16,0	16,9
5	$+0,915$	5,8	6,1	6,4	3,6	5,1	5,4	6,0	6,9	7,5	7,9
6	$-2,814$	5,1	5,3	5,6	3,2	4,4	4,8	5,2	6,0	6,5	6,9
7	$-3,137$	7,8	8,3	8,6	4,9	6,8	7,2	8,1	9,2	10,1	10,6
8	$+1,517+0,001i$	10,1	10,7	11,1	6,3	8,8	9,4	10,4	12,0	13,1	13,8

\*  $i$  — номер шифра студента.

### 2) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию

#### Примерный перечень вопросов к экзамену

- Предмет «Методы обработки геодезических измерений». Ошибки измерений.
- Какие измерения называют равноточными?
- Что называется погрешностью измерений?
- Классификация погрешностей измерений.
- Свойства случайных погрешностей
- Что называется СКП?
- Что называется предельной погрешностью измерения?
- Формула вычисления СКП линейной функции измеренных величин.
- Формула вычисления СКП функции общего вида.
- СКП алгебраической суммы измеренных величин в случае равноточных измерений.
- Арифметическая средина или среднеарифметическое значение.

12. Вычисление СКП одного измерения, если имеется ряд результатов равноточных измерений одной и той же величины, точное значение которой неизвестно.
13. Какие измерения называются неравноточными?
14. Что называется весом результата измерения?
15. Какими свойствами обладают веса результатов измерений?
16. Что называется СКП единицы веса?
17. Что такое обратный вес?
18. По какой формуле вычисляется обратный вес линейной функции измеренных величин?
19. По какой формуле вычисляется обратный вес функции общего вида?
20. Что называется общей арифметической срединой или средневесовым значением?
21. Что называют вероятнейшим значением измеряемой величины в случае неравноточных измерений этой величины?
22. Чему равен вес общей арифметической средины?
23. Формула вычисления СКП единицы веса, если известны погрешности результатов измерений и их веса.
24. Что называется математической обработкой результатов неравноточных измерений одной и той же величины?
25. По какой формуле вычисляется СКП измерения угла, если даны невязки в полигонах или ходах?
26. Формула вычисления СКП нивелирования на 1 км хода, если известны невязки в полигонах или ходах?
27. Формула вычисления дирекционный угол узловой линии при передаче его от исходной стороны по ходу с левыми (правыми) углами?
28. Уравнивание геодезических измерений. Суть уравнивания.
29. Способ условных уравнений (коррелатный и параметрический).
30. Двойные измерения. Оценка точности двойных равноточных измерений.
31. Двойные измерения. Оценка точности двойных неравноточных измерений.
32. Математическая обработка систем геодезических измерений. Этапы обработки.
33. Принцип наименьших квадратов для решения задачи уравнивания системы измерений. Суть принципа.
34. Параметрический способ уравнивания. Суть параметрического способа: принятые обозначения, параметрические уравнения связи, параметрические уравнения поправок.
35. Коррелатный способ уравнивания. Суть коррелатного способа.
36. Упрощенные способы уравнивания съемочных сетей.
37. Уравнивание системы съемочных ходов с одной узловой точкой. Суть метода и этапы уравнивания.
38. Уравнивание съемочной сети по способу проф. В.В. Попова. Суть способа на примере нивелирной сети.

## **6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие самостоятельную работу и все контрольные работы, а также представившие рефераты по лекциям, пропущенным по неуважительной причине. В течение семестра разрешается пропуск одной лекции.

Проверка качества подготовки студентов на экзамене заканчивается выставлением отметок по принятой четырёх балльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

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

### **7.1 Основная литература**

1. Перфильев, А. А. Теория математической обработки геодезических измерений: учебное пособие / А. А. Перфильев. — Новосибирск : СГУВТ, 2019. — 80 с. — ISBN 978-5-8119-0810-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147160> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

1. Беликов, А. Б. Математическая обработка результатов геодезических измерений : учебное пособие / А. Б. Беликов, В. В. Симонян. — 2-е изд. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2016. — 432 с. — ISBN 978-7264-1255-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73707>

2. Дьяков, Б. Н. Геодезия : Учебник для вузов / Б. Н. Дьяков. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-9235-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/189342>

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Соловьев, А. Н. Прикладная геодезия: учебное пособие / А. Н. Соловьев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-9239-1254-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/191120> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Куштин И.Ф., Куштин В.И. Геодезия. — Ростов н/Д: Феникс, 2009. — 909 с.

3. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель /ежемесячный теоретический и научно-практический журнал. 2019 .- №№1-12.

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Орлов А. И. Учебное пособие. Руководство к решению задач по разделу «Теория погрешностей», М., «Верона-Сервис», 2001 г.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. ГИС Mapinfo Professional 11.0
2. Операционные системы семейства WINDOWS
3. Офисный пакет приложений MicrosoftOffice
4. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru> (открытый доступ)
2. Научно-популярная онлайн библиотека <http://www.krugosvet.ru> (открытый доступ)
3. Портал геодезистов <http://geostart.ru> (открытый доступ)
4. Форум геодезистов <http://geodesy.ru> (открытый доступ)
5. Электронная библиотека СГАУ <http://library.sgau.ru> (открытый доступ)
6. Электронный журнал <http://www.geoprofi.ru> (открытый доступ)
7. Геодезическое оборудование <http://www.geo-spektr.ru> (открытый доступ)

Таблица 9

## Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Методы обработка геодезических измере- ний	CREDO_DAT 4.1 LITE	расчетная	Кредо- Диалог	2012
2					

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для  
осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 10

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями,  
кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	1	2	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
Учебный корпус №29, 107 аудитория лекционная аудитория, аудитория для практических занятий		15 парт, 15 скамей, 1 доска, стол, стул	
Учебный корпус №29, 300 аудитория  учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы		1. Парты 13 шт. 2. Скамьи 9 шт. 3. Доска универсальная 1 шт. 4. Столы компьютерные 22 шт. 5. Стулья мягкие 24 шт. 6. Монитор DELL P2214H 21.5 – 22 шт. (Инв.№210138000004609, Инв.№ 210138000004610, Инв.№ 210138000004611, Инв.№ 210138000004612, Инв.№ 210138000004613, Инв.№ 210138000004614, Инв.№ 210138000004615, Инв.№ 210138000004616, Инв.№ 210138000004617, Инв.№ 210138000004637, Инв.№ 210138000004638, Инв.№ 210138000004639, Инв.№ 210138000004640, Инв.№ 210138000004641, Инв.№ 210138000004642, Инв.№ 210138000004643, Инв.№ 210138000004644, Инв.№ 210138000004645, Инв.№ 210138000004657, Инв.№ 210138000004658, Инв.№ 210138000004659, Инв.№ 210138000004660). 5. Рабочая станция 1*CPU AMD FX-6300 OEM: 22 шт. (Инв.№210138000004628, Инв.№210138000004629, Инв.№210138000004630, Инв.№210138000004631, Инв.№210138000004632, Инв.№210138000004633, Инв.№210138000004634, Инв.№210138000004648, Инв.№210138000004649, Инв.№210138000004650, Инв.№210138000004651, Инв.№210138000004652, Инв.№210138000004653, Инв.№210138000004654, Инв.№210138000004655, Инв.№210138000004656, Инв.№210138000004669, Инв.№210138000004670, Инв.№210138000004671, Инв.№210138000004672, Инв.№210138000004673, Инв.№210138000004674) 6. Электронный тахеометр Trimble 2 шт. (Инв. № 558479, Инв. № 558479/1) 7. Электронный тахеометр Leica TS02plus R500 3 шт. (Инв. № 210124558132015, Инв. № 210124558132016, Инв. № 210124558132017)	

	<p>8. Сейф бухгалтерский МБ-100 А (Инв. № 210136000009206)  9. Одночастотный приемник Trimble R3 1 шт. (Инв. №558481)</p>
Учебный корпус №29, 407 аудитория учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы	<p>1. Парты 10 шт.  2. Стол 1 шт.  3. Стул 20 шт.  4. Кресло 1 шт.  5. Доска Board SYS 1 шт.</p>
Учебный корпус №29, 412 аудитория учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы	<p>1. Планиметр PLANIX 5 21шт. (Инв. №558483/1, Инв. №558483/2, Инв. №558483/3, Инв. №558483/4, Инв. №558483/5, Инв. №558483/6, Инв. №558483/7, Инв. №558483/8, Инв. №558483/9, Инв. №558483/10, Инв. №558483/11, Инв. №558483/12, Инв. №558483/13, Инв. №558483/14, Инв. №558483/15, Инв. №558483/16, Инв. №558483/17, Инв. №558483/18, Инв. №558483/19, Инв. №558483/20)  2. Дальномер лаз. Trimble 1 шт. (Инв. № 558482)  3. Дальномер лаз. 2 шт. (Инв. № 558482/1, Инв. № 558482/2)  4. Дальномер лаз. Trimble 1 шт. (Инв. № 34679)  5. Планиметр 1 шт. Инв. №558482  6. Планиметр PLANIX 1шт. (Инв. №34677)  7. Теодолит оптико-механический 1 шт. (Инв. № 558484)  8. Тренога для вехи 2 шт. (Инв. № 558485, Инв. № 558485/1)  9. Отражатель 2 шт. (Инв. № 558487, Инв. № 558487/1)  10. Кронштейн для вехи 2 шт. (Инв. № 558486, Инв. № 558486/1)  11. Веха CST 2.5м 2 шт. (Инв. № 558488, Инв. № 558488/1)  12. Теодолит оптико-механический 7 шт. (Инв. № 558484/1, Инв. № 558484/2, Инв. № 558484/3, Инв. № 558484/4, Инв. № 558484/5, Инв. № 558484/6, Инв. № 558484/7)  13. Солемер - кондуктометр СОМ – 100 1 шт. (Инв.№ 560456)  14. Водомерная переносная рейка ГР-23 1.шт. (Инв. № 560458)  15. Гигрограф М-21 1 шт. (Инв. №560459)  16. Термограф М-16Ан 1 шт. (Инв. № 560460)  17. pH-410 PH-метр 1 шт. (Инв. № 560464)  18. Бур почвенный АН-27 1 шт. (Инв. № 560481)  19. Вертушка гидрометрическая ГР-25 1 шт. (Инв. № 560482)  20. Солемер - кондуктометр СОМ – 100 1 шт. (Инв. № 560456/1)  21. Солемер - кондуктометр СОМ – 101 1 шт. (Инв. № 560456/2)  22. Стол рабочий 1 шт. (Инв. № 560484/1)</p>
Учебный корпус №29, 415 аудитория учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы	<p>3 меловые доски,  6 парт,  11 столов,  9 стульев,  1 экран</p>

Учебный корпус №29, 418 аудитория учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы	16 парт, 3 стола, 3 стула, меловая доска, экран
Учебный корпус №29, 420 аудитория Лаборатория Математического моделирования компьютерный класс учебная аудитория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций,	10 компьютеров (Инв. №№ 410134000000896- 410134000000904), 1 проектор, 1 маркерная доска, 8 парт, 13 столов, 14 стульев, экран
Учебный корпус №1, эллинг Учебно-научная лаборатория для проведения: - занятий семинарского типа, -лабораторно-практических занятий, -групповых и индивидуальных консультаций, -текущего контроля и промежуточной аттестации, - для самостоятельной работы	1. Парты 12 шт. 2. Скамьи 12 шт. 3. Доска универсальная 1 шт.
Учебный корпус №13, аудитория №1. Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа, - практических занятий, - занятий семинарского типа, - курсового проектирования, - проведения учебной практики, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, - научно-исследовательской работы студентов.	1. Парти двухместные – 25 шт. (инв.№ 628255); 2. Стулья – 50 шт. (инв.№ 628254); 3. Системный блок компьютера – 1 шт. (инв.№ 559283); 4. Монитор компьютера – 1 шт. (инв.№ 559286); 5. Мультимедийный проектор EIKI LC-XL100 – 1 шт.; 6. Экран для проектора – 1шт.; 7. Доска меловая – 1 шт.
Учебный корпус №13, аудитория №2. Учебная аудитория для проведения: - занятий лекционного типа, - практических занятий, - занятий семинарского типа, - курсового проектирования, - проведения учебной практики, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, - научно-исследовательской работы студентов.	1. Парти двухместные – 15 шт.; 2. Стулья – 30 шт.; 3. Доска меловая – 1 шт.
<b>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки</b>	
<b>Общежития. Комната для самоподготовки</b>	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими

видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. После прослушивания курса лекций студент должен приступить к самостоятельному изучению дисциплины, которое необходимо проводить в порядке, предусмотренном настоящей программой, в соответствии с тематическими планами и с использованием методических материалов по дисциплине (методические указания, руководства по выполнению задач и др.). При изучении каждой отдельной темы теоретической части курса, а также при подготовке к практическому занятию рекомендуется составить краткий конспект по учебнику. При возникновении вопросов по изучаемому курсу рекомендуется обращаться за консультацией к преподавателю.

Непосредственно перед началом занятий студент должен получить задачи по теме, методические указания и руководство по их выполнению. Для подготовки к занятию студент должен самостоятельно ознакомиться с рабочей программой и подобрать необходимую учебно-методическую литературу.

К экзамену по дисциплине студент допускается после сдачи самостоятельной работы и контрольных работ, а также аннулированию всех имеющихся текущих задолженностей по дисциплине. При этом студент на экзамене должен ответить на вопросы билета, решить задачу и быть готовым к дополнительным теоретическим вопросам.

### ***Виды и формы отработки пропущенных занятий***

Студент, пропустивший занятия обязан написать конспект по пропущенным занятиям, самостоятельно выполнить работы и защитить их (ответы на вопросы, решение задач) в установленное преподавателем время.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Спецификой дисциплины является её математическая и инженерно-техническая направленность, что требует от студентов прочных знаний в области математики, геометрии, геодезии, математической статистики. Данная особенность дисциплины обуславливает повышенное внимание к решению студентами задач, написанию контрольных работ. В этом случае от студентов

требуется качественное и своевременное выполнение всех заданий по дисциплине.

На кафедре при преподавании дисциплины применяются следующие методы обучения студентов:

- устное изложение учебного материала на лекциях, сопровождаемое показом и демонстраций макетов, плакатов, слайдов, кинофильмов;
- проведение практических занятий;
- самостоятельное изучение студентами учебного материала по рекомендованной литературе;
- выполнение контрольных работ студентами;

Выбор методов проведения занятий определяется учебными целями, содержанием учебного материала и временем, отводимым на занятия.

На занятиях в тесном сочетании применяется несколько методов, один из которых выступает ведущим. Он определяет построение и вид занятий.

На лекциях излагаются лишь основные, имеющие принципиальное значение и наиболее трудные для понимания и усвоения теоретические и практические вопросы.

Теоретические знания, полученные студентами на лекциях и при самостоятельном изучении курса по литературным источникам, закрепляются при решении задач и контрольных работ.

К средствам обучения по данной дисциплине относятся:

- речь преподавателя;
- технические средства обучения: доска, маркеры, электронно-вычислительная техника, средства вывода изображений на экран (мониторы, мультипроекторы, телевизоры), тематические материалы к лекциям (презентации);
- учебники, учебные пособия, методические рекомендации, справочники.

Практически все из указанных средств обучения кафедра имеет возможность использовать в настоящее время.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочие программы дисциплины**  
**Б1.В.02 Методы обработки геодезических измерений ОПОП ВО по направлению**  
**21.03.02 «Землеустройство и кадастры», направленность «Землеустройство сельских**  
**и городских территорий»**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

**Савельевым Александром Валентиновичем**, доцентом кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н., проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» ОПОП ВО по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», направленность «Землеустройство сельских и городских территорий» (уровень обучения – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре землеустройства и лесоводства (разработчик – Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Методы обработки геодезических измерений» закреплено **4 компетенции**. Дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» составляет 43 зачётных единицы (114048 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Методы обработки геодезических измерений» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» предполагает 11 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименования, периодическими изданиями – 1, источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 6 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 21.03.02 «Землеустройство и кадастры».

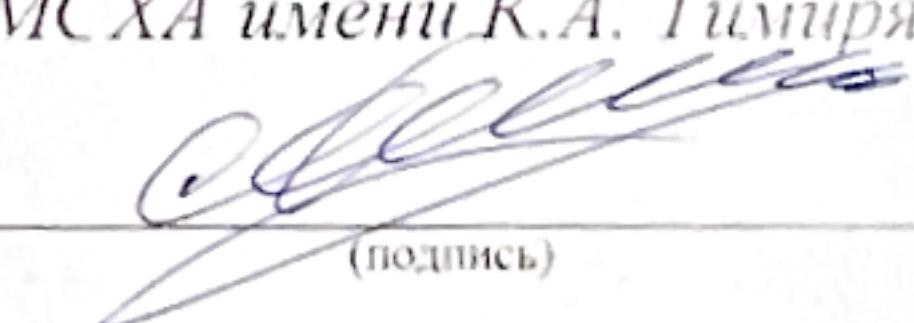
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Методы обработки геодезических измерений»

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Методы обработки геодезических измерений» ОПОП ВО по направлению 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», направленность «Землеустройство сельских и городских территорий» (уровень обучения – бакалавр), разработанная Безбородовым Ю.Г., д.т.н., профессором кафедры соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Савельев А.В., к.т.н., доцент кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

  
(подпись)

« 22 » августа 2024 г.