МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет управления территориями
Кафедра прикладной геодезии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.06.01 ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль) подготовки: Управление качеством в топографо-геодезическом производстве

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:
Преподаватель кафедры Прикладной геодезии Замогильный Д.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством, утвержденного приказом Минобрнауки от 31.07.2020 № 869

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Управления территориями	Председатель ученого совета факультета	Воронцова А. А.	Рассмотрено	19.12.2024, № 2-2024

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - получение обучающимися теоретических знаний о математических методах и моделях управления качеством для решения практических задач, возникающих в рамках проектно-изыскательской, производственной, организационно-управленческой и научно-исследовательской деятельности в области геодезического производства, а также формирование практических навыков и готовности к самостоятельной разработке и применению математических моделей для обеспечения нормативной точности, надежности и достоверности геодезических данных.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о математическом моделировании погрешностей, статистических методах контроля и управлении качеством при выполнении геодезических работ и инженерных изысканиях для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений;
- освоение навыков математической обработки и уравнивания геодезических измерений, оценки точности пространственных данных (координат, высот, ЦМР) для соблюдения проектной геометрии сооружений при их строительстве и эксплуатации;
- получение компетенций по разработке и оптимизации технологий геодезических работ на основе математического моделирования, включая методы предрасчета точности геодезических сетей, анализа деформационных процессов и контроля качества результатов наземных и аэрокосмических измерений для оценки территорий строительства и изучения природных ресурсов;
- формирование умений применять полученные знания в области математической статистики и моделирования для разработки проектов производства геодезических работ (ППГР) и обоснования метрологических требований к средствам и методам измерений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

Знать:

УК-1.1/Зн9 Методологию декомпозиции геодезической задачи: последовательность выделения цели, этапов работ, требуемых ресурсов и критериев качества

УК-1.1/Зн10 Классификацию геодезических работ по видам (съемочные, разбивочные, контрольные, мониторинговые) и их характерные особенности, влияющие на структуру задачи

УК-1.1/Зн11 Методологию декомпозиции геодезической задачи: последовательность выделения цели, этапов работ, требуемых ресурсов и критериев качества

Уметь:

УК-1.1/Ум8 Читать и интерпретировать техническое задание на выполнение геодезических работ, выделяя из текста явные и скрытые требования заказчика к качеству продукции

УК-1.1/Ум9 Определять критические точки геодезического процесса, где наиболее вероятно возникновение брака, на основе анализа структуры задачи и условий ее выполнения

УК-1.1/Ум10 Читать и интерпретировать техническое задание на выполнение геодезических работ, выделяя из текста явные и скрытые требования заказчика к качеству продукции

Владеть:

УК-1.1/Нв8 Навыками структурного анализа текста технического задания и проектной документации для выделения значимых факторов, влияющих на организацию и технологию геодезических работ

УК-1.1/Нв10 Приемами выявления скрытых (неявных) требований к качеству, вытекающих из специфики объекта (например, для мониторинга уникального здания требуются не просто измерения, а прогнозная математическая модель)

УК-1.2 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

Знать:

УК-1.2/Зн2 Основные источники получения информации, включая нормативные, методические, справочные и реферативные

Уметь:

УК-1.2/Ум2 Оформлять результаты работ по сбору, обработке и анализу данных

Владеть:

УК-1.2/Нв2 Методом конструктивного анализа и средствами художественно-графического оформления для создания наглядных демонстраций

УК-1.3 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата

Знать:

УК-1.3/Зн4 Основы математической статистики, методы представления статистической информации

Уметь:

УК-1.3/Ум4 Выбирать методики и соответствующие программные продукты или их части для решения задач поиска, анализа и синтеза информации при решении поставленных задач

Владеть:

УК-1.3/Нв4 Навыками пользоваться современными технологиями и информационными системами для поиска, анализа и синтеза информации при решении поставленных задач

УК-1.4 Осуществляет поиск, сбор и обработку информации для решения поставленной задачи

Знать:

УК-1.4/Зн2 Основные методы критического анализа, критерии сопоставления различных вариантов поставленной задачи

Уметь:

УК-1.4/Ум2 Осуществлять поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи

Владеть:

УК-1.4/Нв2 Методами поиска, сбора и обработки информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач

УК-1.5 Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте

Знать:

УК-1.5/Зн1 Основные философские и этические концепции, социокультурные традиции различных социальных групп

Уметь:

УК-1.5/Ум1 Анализировать пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера с учётом социально-культурного контекста

Владеть:

УК-1.5/Нв1 Навыками учёта социально-культурного контекста при проведении анализа путей решения проблем на основе использования основных философских идей

ПК-3 Способен осуществлять работы по подтверждению соответствия продукции (услуг) и системы управления качеством

ПК-3.1 Выполнение мероприятий по результатам государственного надзора, межведомственного и ведомственного стандартов и технических условий по качеству продукции, подготовке продукции (услуг) к подтверждению соответствия и аттестации

Знать:

ПК-3.1/Зн2 Знает систему нормативных требований (законы, ГОСТы, СТО, технические условия), процедуры государственного надзора и порядок подтверждения соответствия в области топографо-геодезического производства.

Уметь:

ПК-3.1/Ум2 Умеет анализировать акты проверок, выявлять корневые причины несоответствий и разрабатывать план корректирующих и предупреждающих мероприятий для устранения нарушений.

Владеть:

ПК-3.1/Нв2 Владеет навыком организации работ по выполнению корректирующих действий и подготовки необходимого пакета документов (отчёты, протоколы, паспорта качества) для успешного прохождения процедур аттестации и подтверждения соответствия геодезической продукции.

ПК-3.2 Ведение учета и составление отчетов о деятельности организации по сертификации продукции (услуг)

Знать:

ПК-3.2/Зн2 Знает цели, принципы, нормативную базу и этапы процесса сертификации продукции и услуг в топографо-геодезической отрасли, а также структуру и требования к внутренней отчетной документации.

Уметь:

ПК-3.2/Ум3 Умеет систематизировать данные о деятельности организации, оформлять установленные формы первичного учета, отчетов и журналов, отражающих ход и результаты работ по подтверждению соответствия.

Владеть:

ПК-3.2/Нв3 Владеет практическими навыками ведения внутреннего документооборота (заполнения, регистрации, хранения) и составления итоговых отчетов о проделанной работе для руководства и органов по сертификации.

ПК-3.3 Разработка элементов системы документооборота в организации, формулировка требований к содержанию и построению технической и организационно-распорядительной документации

Знать:

ПК-3.3/Зн2 Знает принципы документооборота в системе менеджмента качества, виды и структуру технической (рабочие чертежи, технологические карты, методики) и организационно-распорядительной документации (приказы, инструкции, положения) в топографо-геодезическом производстве.

Уметь:

ПК-3.3/Ум2 Умеет разрабатывать проекты локальных документов (стандарты организации, рабочие инструкции, формы журналов) и формулировать четкие требования к их содержанию, оформлению, согласованию и хранению, обеспечивающие управление качеством.

Владеть:

ПК-3.3/Нв2 Владеет навыком моделирования процессов документооборота, разработки и актуализации регламентирующих документов в соответствии с профильными ГОСТами и внутренними стандартами предприятия.

ПК-3.4 Разработка и подготовка мероприятий, связанных с внедрением стандартов и технических условий на выпускаемую организацией продукцию (предоставление услуг)

Знать:

ПК-3.4/Зн2 Принципы функционирования автоматизированных интегрированных систем управления качеством

Уметь:

ПК-3.4/Ум2 Эксплуатировать автоматизированные интегрирован-ные системы управления качеством в процессе анализа продукции

Владеть:

ПК-3.4/Нв2 Навыками применения автоматизированных интегрированных систем управления качеством для оценки качества продукции

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.06.01 «Основы математического моделирования в управлении качеством» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
6 семестр	108	3	16	16	76	Зачет
Всего	108	3	16	16	76	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение	**16**	**2**	**2**	**12**	УК-1.1 УК-1.2
Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Качество как математическая категория в геодезии	9	1	1	7	
Тема 1.2. Математическая модель геодезического измерения	7	1	1	5	
Раздел 2. Математическое моделирование точности геодезических сетей и построений	**18**	**3**	**3**	**12**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 2.1. Основы метода наименьших квадратов (МНК) в геодезии	11	2	2	7	
Тема 2.2. Оценка точности результатов геодезических измерений	7	1	1	5	
Раздел 3. Статистические методы контроля качества в геодезии	**20**	**3**	**3**	**14**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 3.1. Теория погрешностей и допуски в геодезическом производстве	11	2	2	7	
Тема 3.2. Обнаружение грубых ошибок (промахов) в результатах измерений	9	1	1	7	
Раздел 4. Математическое моделирование поверхностей и пространственных данных	**20**	**3**	**3**	**14**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 4.1. Математические модели рельефа (ЦМР)	11	2	2	7	
Тема 4.2. Методы интерполяции в геодезии	9	1	1	7	
Раздел 5. Математическое обеспечение современных геодезических технологий	**18**	**3**	**3**	**12**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1
Тема 5.1. Математические модели в спутниковых (ГНСС) измерениях	11	2	2	7	

Тема 5.2. Математические основы лазерного сканирования	7	1	1	5	ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Раздел 6. Управление качеством и стандартизация в геодезии	**16**	**2**	**2**	**12**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Тема 6.1. Риски и неопределенность в геодезическом производстве	9	1	1	7	
Тема 6.2. Математические методы в системах менеджмента качества (ISO 9000)	7	1	1	5	
Итого	**108**	**16**	**16**	**76**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Качество как математическая категория в геодезии

Задачи и краткое содержание курса. Специфика геодезического производства как источника пространственных данных. Понятие качества геодезической продукции: точность, надежность, полнота, репрезентативность. Жизненный цикл геодезических данных (поле — камералка — заказчик). Роль математического моделирования в управлении качеством на каждом этапе. Связь курса с высшей математикой, теорией вероятностей, геодезией и метрологией.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 1.2. Математическая модель геодезического измерения

Измерение как случайная величина. Классификация погрешностей: грубые, систематические, случайные. Понятие веса измерения. Факторы, влияющие на вес (точность) измерения в геодезии: тип прибора, методика, внешняя среда, рельеф. Математическая запись результатов измерений. Средняя квадратическая ошибка (СКО) как мера точности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Математическое моделирование точности геодезических сетей и построений

Тема 2.1. Основы метода наименьших квадратов (МНК) в геодезии

Сущность метода наименьших квадратов как инструмента управления качеством. Понятие параметрического и коррелатного способов уравнивания. Составление параметрических уравнений связи. Принцип минимизации суммы квадратов поправок. Нормальное распределение случайных погрешностей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Практическая работа

Тема 2.2. Оценка точности результатов геодезических измерений

Средняя квадратическая ошибка (СКО) единицы веса. Оценка точности функций измеренных величин. Понятие матрицы весовых коэффициентов. Обработка остаточных погрешностей. Критерии качества уравнивания.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 3. Статистические методы контроля качества в геодезии

Тема 3.1. Теория погрешностей и допуски в геодезическом производстве

Нормальный закон распределения ошибок измерений. Свойства кривой Гаусса. Правило «трех сигм» и его реализация в геодезических инструкциях и строительных нормах (СП). Понятие предельной ошибки. Статистическое обоснование допусков.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Обнаружение грубых ошибок (промахов) в результатах измерений

Статистические критерии обнаружения аномальных результатов. Критерий максимального отклонения (критерий Романовского, критерий Граббса). Применение методов отбраковки в полевых журналах и при постобработке спутниковых определений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 4. Математическое моделирование поверхностей и пространственных данных

Тема 4.1. Математические модели рельефа (ЦМР)

Способы представления рельефа в цифровом виде: TIN (Triangulated Irregular Network) и GRID (матрица высот). Математическая основа построения нерегулярных треугольных сетей (триангуляция Делоне). Достоинства и недостатки моделей с точки зрения точности отображения рельефа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 4.2. Методы интерполяции в геодезии

Постановка задачи интерполяции. Методы: обратно взвешенных расстояний (IDW), кригинг, сплайны, метод линейной интерполяции. Влияние выбора метода интерполяции на точность подсчета объемов земляных масс (кубатур). Оценка погрешности интерполяции.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля

Практическая работа

Раздел 5. Математическое обеспечение современных геодезических технологий

Тема 5.1. Математические модели в спутниковых (ГНСС) измерениях

Математическая модель спутникового измерения. Модели ионосферной и тропосферной задержек сигнала. Влияние геометрии спутников на точность позиционирования. DOP-факторы (GDOP, PDOP, HDOP, VDOP) как показатели качества сеанса наблюдений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 5.2. Математические основы лазерного сканирования

Способы измерения угловых и дальномерных величин, реализованных в наземном лазерном сканировании. Применение кодовых дисков с масками числовых шкал, импульсных дисков, штрихкодовых шкал и комбинаторных шкал для реализации угломерных измерений в наземном лазерном сканировании. Импульсный метод измерения расстояний. Фазовый метод измерения расстояний. Особенности данных методов измерения длин линий.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 6. Управление качеством и стандартизация в геодезии

Тема 6.1. Риски и неопределенность в геодезическом производстве

Понятие неопределенности измерений (GUM — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement). Отличие неопределенности от погрешности. Составление бюджета неопределенности для геодезической задачи (вынос осей, определение осадок). Источники неопределенности: прибор, методика, внешняя среда, наблюдатель.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 6.2. Математические методы в системах менеджмента качества (ISO 9000)

Процессный подход в геодезической фирме: измерение — обработка — выдача продукции. Математические методы в документированных процедурах. Валидация программного обеспечения. Метрологическая аттестация средств измерений. Внутренний аудит с математическими критериями проверки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет, 6 семестр.
Зачет проводится в устной форме с выставлением оценки ("зачет"/"незачет") и предназначен для комплексной проверки уровня освоения студентами учебного материала дисциплины.
Студенты вызываются по одному или малыми группами (2-3 человека). Каждому студенту предоставляется 20-30 минут на подготовку, в течение которой он может делать письменные заметки. Студент отвечает на 2-3 вопроса, выбранных экзаменатором или по билету. Ответ должен быть полным и аргументированным, демонстрировать понимание материала и содержать примеры практического применения знаний. После основного ответа преподаватель может задать дополнительные уточняющие вопросы.
Критерии оценивания: "зачет" выставляется за полный развернутый ответ, "незачет" - за отсутствие ответа или грубые ошибки в основных понятиях.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение
Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2

Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Качество как математическая категория в геодезии
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Дайте определение понятия «качество» в контексте геодезических измерений
2. Объясните, какие количественные и качественные характеристики определяют «качество геодезических данных»
3. Какие математические методы и инструменты используются для оценки и управления качеством геодезических измерений?

Тема 1.2. Математическая модель геодезического измерения
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Дайте определение математической модели геодезического измерения
2. Какие виды погрешностей (ошибок) учитываются в математической модели геодезического измерения?
3. Перечислите основные компоненты модели геодезического измерения

Раздел 2. Математическое моделирование точности геодезических сетей и построений
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5

Тема 2.1. Основы метода наименьших квадратов (МНК) в геодезии

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Сформулируйте основную идею метода наименьших квадратов

2. Опишите пошагово алгоритм уравнивания геодезической сети методом наименьших квадратов

3. Как оценивается точность результатов уравнивания по методу наименьших квадратов?

Тема 2.2. Оценка точности результатов геодезических измерений

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Как оценивается точность результатов уравнивания по методу наименьших квадратов?

2. Дайте определения следующих понятий: средняя квадратическая ошибка

3. Дайте определения следующих понятий: абсолютная ошибка, относительная ошибка

4. Что показывает эллипс ошибок в математическом моделировании точности геодезических сетей?

А) Границу охранной зоны геодезического пункта.

б) Область возможного положения точки с учётом погрешностей измерений (показатель точности положения пункта).

в) Форму участка местности, на котором проводятся измерения.

г) Траекторию движения геодезического прибора при съёмке.

Раздел 3. Статистические методы контроля качества в геодезии

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5

Тема 3.1. Теория погрешностей и допуски в геодезическом производстве

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные виды погрешностей геодезических измерений

2. Опишите методику выявления и отбраковки грубых погрешностей в серии геодезических измерений.

3. Какие нормативные документы регламентируют допуски и требования к точности геодезических работ в строительстве и картографии?

4. Что характеризует средняя квадратическая погрешность (СКП) в геодезических измерениях?

А) Максимально допустимое отклонение результата измерения от истинного значения.

б) Среднее арифметическое всех допущенных погрешностей.

в) Показатель точности измерения, отражающий степень разброса результатов относительно истинного или наиболее вероятного значения.

г) Величина систематической погрешности, которую необходимо вычесть из результата измерения.

Тема 3.2. Обнаружение грубых ошибок (промахов) в результатах измерений

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Опишите основные критерии обнаружения грубых ошибок в серии равноточных измерений

2. Дайте определение понятию "грубая ошибка"

3. Как проводится обработка результатов измерений при обнаружении грубых ошибок?

Раздел 4. Математическое моделирование поверхностей и пространственных данных

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5

Тема 4.1. Математические модели рельефа (ЦМР)

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Что такое цифровая модель рельефа (ЦМР)?

А) Трёхмерная визуализация зданий и сооружений на определённой территории, созданная с помощью 3D-моделирования.

б) Набор цифровых данных, описывающих высоту земной поверхности над уровнем моря в различных точках и позволяющий представить форму рельефа в виде матрицы высот или набора точек с координатами (X, Y, Z).

в) Электронная карта с нанесёнными на неё дорогами, реками и границами земельных участков.

г) Система спутникового мониторинга, отслеживающая изменения рельефа в режиме реального времени.

2. Какие методы и источники данных используются для создания цифровых моделей рельефа?

3. Опишите 3 распространённых математических метода интерполяции высот при построении ЦМР

Тема 4.2. Методы интерполяции в геодезии

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Как выполняется оценка точности метода интерполяции?

2. Объясните, зачем применяется интерполяция при создании цифровых моделей рельефа (ЦМР)

3. Дайте определение процесса интерполяции в контексте геодезических измерений и моделирования рельефа

Раздел 5. Математическое обеспечение современных геодезических технологий

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5

Тема 5.1. Математические модели в спутниковых (ГНСС) измерениях

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение спутниковой навигационной системы (ГНСС) и перечислите действующие глобальные системы

2. Какие основные источники погрешностей влияют на точность ГНСС-измерений?

3. Опишите математические основы дифференциального режима ГНСС (DGNSS) и кинематики в реальном времени (RTK)

4. Какое количество спутников минимально необходимо для получения координат:

А) 1; б) 2; в) 4; г) 10

Тема 5.2. Математические основы лазерного сканирования

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Опишите физический принцип работы наземного лазерного сканера (НЛС)

2. Перечислите 3–4 основных источника погрешностей в данных наземного лазерного сканирования

3. Как выполняется регистрация (совмещение) нескольких сканов в единую систему координат?

4. Какой основной математический принцип лежит в основе определения расстояния при лазерном сканировании?

А) Расчёт расстояния по углу наклона луча и высоте прибора.
б) Измерение времени прохождения лазерного импульса до объекта и обратно (времяпролётный метод).
в) Анализ изменения частоты отражённого лазерного луча относительно исходного (эффект Доплера).
г) Определение расстояния по интенсивности отражённого сигнала.

Раздел 6. Управление качеством и стандартизация в геодезии
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5

Тема 6.1. Риски и неопределенность в геодезическом производстве

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Дайте определения понятий «риск» и «неопределённость» в контексте геодезического производства

2. Классифицируйте риски в геодезическом производстве

3. Как составьтся план управления рисками для проекта создания опорной геодезической сети на строительной площадке?

Тема 6.2. Математические методы в системах менеджмента качества (ISO 9000)

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Контрольная работа: "Оценка рисков и разработка мероприятий по обеспечению качества при производстве геодезических работ (на примере выноса осей здания в натуру)"

2. Опишите последовательность геодезических работ при выносе осей здания в натуру

3. Какие нормативные документы регламентируют точность выноса осей зданий в натуру?

4. Какие методы контроля качества применяются при выносе осей здания в натуру?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет
Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4
Вопросы/Задания:

1. Как четыре параметра качества (точность, надежность, полнота и репрезентативность) характеризуют геодезическую продукцию и какие примеры нарушения каждого из них встречаются в реальной практике?

2. Какова структура математической модели геодезического измерения, чем классификация погрешностей отличается от понятия «вес измерения» и какие факторы влияют на этот вес в нивелировании и тахеометрии?

3. Что представляет собой эллипс погрешностей планового пункта, как его форма и ориентация зависят от геометрии геодезической сети?

4. С какой целью выполняется предрасчет точности на стадии проектирования геодезических сетей и какие факторы закладываются в математическую модель при расчете точности полигонометрического хода?

5. Чем различаются TIN и GRID модели рельефа с точки зрения точности и области применения ?

6. Что такое систематическая ошибка и как ее учитывают?

7. Что такое DOP-факторы в спутниковых измерениях?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Авакян В.В. Прикладная геодезия: инженерно-геодезические изыскания и топографические съёмки. / В.В. Авакян, Ю.А. Степанова. - ООО "Издательство Амалданик", 2017. - 375 - 978-5-901546-28-4. - Текст: непосредственный.

2. Дудник А. Е. Инженерно-геодезические работы: учебное пособие / А. Е. Дудник, Г. К. Туполева. - Инженерно-геодезические работы - Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2019. - 76 с. - 978-5-7890-1696-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/117703.html - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Михайлов А.П. Фотограмметрия: Учебник для вузов / Под общ. ред. А.Г. Чибуничева. / А.П. Михайлов, А.Г. Чибуничев; А. П. Михайлов , А. Г. Чибуничев ;. - МИИГАиК, 2016. - 294 - 978-5-91188-070-5. - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. https://www.garant.ru - Информационно-правовой портал "Гарант"

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.miigaik.ru - сайт Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)
2. https://www.miigaik.ru/library/tutorials/ - Учебные модули в электронной библиотеке виртуального университета МИИГАиК

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Для практических занятий

Меловая доска - 1 шт.
Нивелир Н-3 - 2 шт.
Нивилир оптико-механический - 5 шт.
Оптический теодолит 3Т2КП - 15 шт.
Сканер - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Основы математического моделирования в управлении качеством» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет предметно выработать аналитические навыки, обеспечить понимание теории и юридической практики, более осознанно относиться к уровню своей профессиональной подготовки. СРС способствует развитию их мыслительной деятельности, обеспечивает усвоение определенного учебного материала и предоставляет необходимую подготовку для решения конкретных практических задач, входящих в их будущие профессиональные обязанности. СРС направлена на обеспечение индивидуализации при изучении курса, на развитие способностей и возможностей, на персонификацию контроля за качеством обучения.

При подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:

- работа над конспектом лекции;
- подготовка к практическому занятию;
- подготовка к практическому занятию с ИАМ;
- доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы;
- подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов;
- подготовка к экзамену.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и

лиц с ограниченными возможностями здоровья.

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