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

Заочный факультет
Кафедра высшей 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
24 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ
«Б1.О.03.05 ВЫСШАЯ ГЕОДЕЗИЯ И ОСНОВЫ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ»

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Направленность(профиль) подготовки: Инженерная геодезия

Квалификация (степень) выпускника: инженер-геодезист

Форма обучения: заочная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 5 лет 8 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 7 з.е.
в академических часах: 252 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:
Доцент кафедры высшей геодезии, к.т.н. Попадьев В. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденного приказом Минобрнауки от 11.08.2020 № 944

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Заочный факультет	Председатель Учебно-методической комиссии	Литвиненко М. В.	Рассмотрено	18.03.2025, № 2/25

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 теоретических знаний по основным математическим разделам высшей геодезии, которые связаны с применявшимися ранее методами высшей геодезии, а также теоретических знаний о современных методах выполнения и обработки геодезических измерений

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний о геометрических и физических основах высшей геодезии: системы координат и их исторические реализации, элементы теории кривых и поверхностей, сфероидическая геодезия (геометрия на поверхности эллипсоида), дополнительные разделы стереометрии (решение геодезических задач методом хорд эллипсоида), геодезические проекции (проекция Гаусса); основные принципы построения и обработки пространственных, линейно-угловых и высотных сетей, а также их основные точностные ограничения;
- формирование навыков преобразования математических координат, в т. ч. вычисление координат в проекции Гаусса;
- формирование практических навыков при выполнении основных геодезических работ, связанных с ними измерений и вычислений для их обработки при решении прикладных задач высшей геодезии (высокоточное геометрическое нивелирование);
- освоение методов хранения и приёмов записи измерительной информации, её анализа и объяснения в связи с физическими процессами;
- освоение навыков решения геодезических задач при обработке геодезических измерений, выполненных в геодезических сетях и закрепление специализированной терминологии.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи производственной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии

ОПК-1.1 Демонстрирует навыки физического и программного моделирования отдельных фрагментов процесса выбора оптимального варианта для конкретных условий

Знать:

ОПК-1.1/Зн1 Способы построения космических геодезических сетей

ОПК-1.1/Зн2 Геометрические и физические основы высшей геодезии и точностные ограничения пространственных, линейно-угловых и высотных сетей

Уметь:

ОПК-1.1/Ум1 Создавать проект геодезического построения

ОПК-1.1/Ум2 Объяснять и доказывать с помощью математических методов качественных связей между изменениями геометрических и физических геодезических величин

Владеть:

ОПК-1.1/Нв1 Способами априорной оценки точности геодезических построений

ОПК-1.1/Нв2 Аналитическими и численными методами решения научно-технических задач геодезии с применением вычислительной техники, применять методы учёта во времени геодинамических процессов

ОПК-1.2 Использует фундаментальные знания для решения задач профессиональной деятельности в области геодезии

Знать:

ОПК-1.2/Зн1 Задачи, решаемые геометрическим и динамическим методами космической геодезии

ОПК-1.2/Зн2 Методы и задачи высшей геодезии как науки, занимающейся определением формы и размеров Земли, её внешнего гравитационного поля и их изменений во времени, геодезические системы координат и высот, их исторические реализации

ОПК-1.2/Зн3 Алгоритмы уравнивания геодезических сетей

Уметь:

ОПК-1.2/Ум1 Вычислять невозмущённую эфемериду ИСЗ и определять элементы предварительной орбиты ИСЗ

ОПК-1.2/Ум2 Обрабатывать и производить оценку точности высокоточного геометрического нивелирования и применяемых методов решения прикладных задач высшей геодезии

Владеть:

ОПК-1.2/Нв1 Владеть методикой реализации общего динамического и геометрического методов космической геодезии

ОПК-1.2/Нв2 Выполнением и обработкой геодезических измерений в геодезических сетях

ОПК-1.3 Анализирует причины снижения качества технологических процессов и предлагает эффективные способы повышения качества производства работ при выполнении различных технологических операций

Знать:

ОПК-1.3/Зн1 Теоретические положения в основе современной геодезии, практические ограничения на теоретические выводы и основы геометрии в пространстве и сфероидической геодезии на эллипсоиде

ОПК-1.3/Зн2 Основные этапы и последовательность выполнения полевых и камеральных топографо-геодезических и аэрофотосъёмочных работ

Уметь:

ОПК-1.3/Ум1 Оценивать и выводить количественные связи между изменениями геометрических и физических геодезических величин, обрабатывать и анализировать современные геодезические измерения

Владеть:

ОПК-1.3/Нв1 Методами количественного и качественного анализа геодезических данных для выявления геодинамических процессов

ОПК-1.3/Нв2 Навыками сбора, обработки геодезической информации и проектирования геодезических построений

ОПК-1.4 Демонстрирует навыки использования современных инструментов и методов планирования и контроля проектов, связанных с осложнениями, возникающими при производстве работ

Знать:

ОПК-1.4/Зн1 Знать способы наблюдений ИСЗ и используемую для этого аппаратуру

ОПК-1.4/Зн2 Основные принципы решения задач математической геодезии на плоскости, на сфероиде и в пространстве

Уметь:

ОПК-1.4/Ум1 Уметь выполнять математическую обработку наблюдений ИСЗ

ОПК-1.4/Ум2 Преобразовывать математические координаты и анализировать научно-техническую литературу

Владеть:

ОПК-1.4/Нв1 Владеть способами уравнивания космических геодезических построений

ОПК-1.4/Нв2 Специализированной научной, производственной и профессиональной терминологией

ПК-1 Способен проводить научные исследования в области координатно-временного и навигационного обеспечения территорий

ПК-1.1 Проводит исследования и эксперименты

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Основные проявления неоднородностей гравитационного поля и связи между его элементами

ПК-1.1/Зн2 Основные проблемы соврешенствования методов геодезических измерений, решение которых связано с выполнением научных исследований теоеретического и экспериментального характера в области физики Земли и атмосферы

ПК-1.1/Зн3 Информационные и телекоммуникационные технологии для представления результатов геодезических работ

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Вычислять и выражать одни элементы гравитационного поля через другие

ПК-1.1/Ум2 Формулировать цель научных исследований в области физики Земли и атмосферы, акутальных с точки зрения повышения эффективности методов геодезических измерений

ПК-1.1/Ум3 Анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Отечественной и международной терминологией и верно её употреблять

ПК-1.1/Нв2 Навыками поставки актуальных, с точки зрения геодезии, научных задач в области физики Земли и атмосферы

ПК-1.1/Нв3 Навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.2 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Основные отличия отечественной школы теории фигуры Земли

ПК-1.2/Зн2 Основные методы, используемые для анализа научно-технической информации и результатов исследований в области физики Земли и атмосферы, актуальных с точки зрения совершенствования методов геодезических измерений

ПК-1.2/Зн3 Государственные системы координат, системы координат, применяемые при ведении ГКН

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Связывать элементы гравитационного поля с элементами систем геодезических координат и высот

ПК-1.2/Ум2 Проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области физики Земли и атмосферы для целей повышения эффективности геодезических измерений

ПК-1.2/Ум3 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Численными методами решения геодезических и гравиметрических задач с применением вычислительной техники

ПК-1.2/Нв2 Навыками подбора научно-технической информации по актуальным вопросам применения исследований в области физики Земли и атмосферы в геодезии

ПК-1.2/Нв3 Навыками обработки, анализа результатов исследований с использованием научно-технической информацией по соответствующей области знаний

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.03.05 «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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)
3-я летняя сессия	252	7	12	8	223	Экзамен (9)
Всего	252	7	12	8	223	9

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	**91,5**	**5**	**2,5**	**84**	ОПК-1.2 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2
Тема 1.1. Введение в метод координат	23,5	1	0,5	22	
Тема 1.2. Координаты в высшей геодезии	35	2	1	32	

Тема 1.3. Проекции в высшей геодезии	33	2	1	30	
Раздел 2. Основной	**151,5**	**7**	**5,5**	**139**	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2
Тема 2.1. Геодезические измерения	39	1	1	37	
Тема 2.2. Геодезические сети	30	2	1	27	
Тема 2.3. Системы координат и высот	48,5	2	1,5	45	
Тема 2.4. Анализ измерений, зависящих от времени	34	2	2	30	
Итого	**243**	**12**	**8**	**223**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Введение в метод координат

Применение координат в астрономии и геодезии.
Небесные астрономические координаты небесных светил. Географическая система астрономических координат (отвесной линии).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 1.2. Координаты в высшей геодезии

Географическая система земных геодезических координат (земных предметов), связанная с земным эллипсоидом: основные параметры эллипсоида и связи между ними; приведённая, геодезическая, сферическая широты; главные радиусы кривизны; основные сфероидические функции; геодезическая высота; вычисление прямоугольных декартовых координат по криволинейным геодезическим, основные алгоритмы обратного преобразования. Длина дуги меридиана эллипсоида и площадь сфероидической трапеции.
Замена переменных и координат, коэффициент искажения меры (якобиан) для полярных, цилиндрических, сферических и геодезических координат. Ортогональные координаты, коэффициенты Ламе, элементы длины, поверхности, объёма, первая и вторая квадратичная форма. Изометрическая широта.
Топоцентрические координаты в касательной плоскости: хорда, наклонная дальность, (геодезический) азимут направления, (геодезическое) зенитное расстояние направления.
Элементы плоской и пространственной кривой; нормальная, спрямляющая, соприкасающаяся плоскости, сопровождающий трёхгранник, кривизна, кручение, формулы Серре—Френе. Элементы кривой на поверхности: нормальная и тангенциальная кривизна.
Геометрия поверхности эллипсоида: нормальное и наклонное сечение, теорема Эйлера, теоремы Грунерта, особые линии на поверхности эллипсоида: зенитная линия, локсодромия, ортодромия, нормальное сечение, линия провешивания, геодезическая линия. Кривизна поверхности: полная кривизна, гауссова кривизна.
Сферические и сфероидические треугольники, сферический избыток.
Координаты точки в двух пространственных системах. Семипараметрическое ортогональное преобразование.
Главные геодезические задачи: дифференциальные формулы главных геодезических задач, метод хорд Молоденского.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.3. Проекции в высшей геодезии

Геодезические проекции: условия конформного изображения. Поперечно-цилиндрическая касательная проекция Гаусса: осевой меридиан, прямое и обратное преобразование, километровая сетка, сближение меридианов, главный и частный масштаб, дирекционный угол. Разграфка листов и местные проекции

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 2. Основной

Тема 2.1. Геодезические измерения

Динамические и кинематические методы в физике и высшей геодезии.
Основные измерения вблизи земной поверхности. Связь высшей и космической геодезии с астрономией и теорией фигуры Земли.
Геометрические измерения в геодезии: точность и особенности обработки линейных измерений, наблюдения направлений, точность и особенности обработки угловых измерений, разделение вертикальных и горизонтальных углов.
Астрономические наблюдения в геодезии: отклонение отвесной линии от нормали к эллипсоиду, астрономический и геодезический зенит, астрономическое и геодезическое зенитное расстояние, астрономический азимут и геодезический азимут Лапласа, их связь с магнитным азимутом и дирекционным углом.
Астрономо-геодезический метод изучения земной поверхности.
Фотографические наблюдения ИСЗ.
Физические измерения:
радиотехнические наблюдения ИСЗ, Луны и радиоисточников (РСДБ), связь с геометрическими, динамическими и орбитальными методами космической геодезии,
применение гравиметрические определений при определении разности потенциалов: высокоточное геометрическое нивелирование, вертикальное геометрическое нивелирование, гидростатические нивелирование,
спутниковая альтиметрия: средний уровень моря, морская топографическая поверхность.
Службы Международной ассоциации геодезии (IAG): IVS, ILRS, IGS, IIDS.

Тема 2.2. Геодезические сети

Государственная нивелирная сеть (ГНС): главная высотная основа I—II классов
Государственная геодезическая сеть (ГГС):
- фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС)
- высокоточная геодезическая сеть (ВГС)
- спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1)
- астрономо-геодезическая сеть 1—2 классов (АГС), пункты Лапласа,
- государственные сети сгущения 3—4 классов

Форматы записи измерений в ГГС и ГНС: «форма-3»

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Тема 2.3. Системы координат и высот

Системы отсчёта: системы координат и высот (reference system, reference frame, coordinate system), исходный пункт астрономо-геодезической сети, исходные геодезические даты.
Физические, астрономические и геодезические постоянные, первичные и производные геодезические постоянные
Деформации земной поверхности (ДЗП).
- тектоника плит и современные движения земной коры (СДЗК)
- влияние и учёт постледникового поднятия (гляциоизостазия)
- приливное влияние Луны и Солнца: периодическое и постоянное, прямое и косвенное, нагрузочные деформации
- системы учёта постоянного прилива: mean-tide, zero-tide, tide-free

Учёт геодинамических явлений:
- статические системы координат 1932, 1942, 1995 года
- динамические системы координат, принципы ITRS и её последовательные реализации ITRF разных эпох, геодезическая система координат 2011 года, основанная на ITRF
- Балтийская система высот 1946, 1977 годов

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.4. Анализ измерений, зависящих от времени

Разложение вектора в пространстве по линейно-независимой системе функций, ортогональные функции, аппроксимация и интерполяция функций, выделение линейного тренда, гармонический анализ периодического процесса.
Кинематическое уравнивание нивелирной сети с учётом вертикальных движений реперов.
Шкалы времени. Международная служба вращения Земли (IERS).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

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: Экзамен, 3-я летняя сессия.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Контролируемые ИДК: ОПК-1.2 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2

Тема 1.1. Введение в метод координат

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

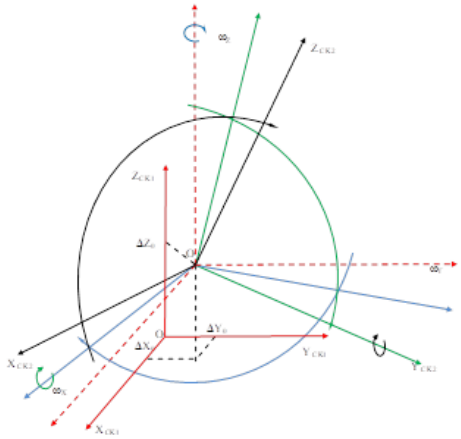
Тема 1.2. Координаты в высшей геодезии

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Дайте название системы координат; Начало системы координат расположено в заданной точке, ось X лежит в плоскости меридиана точки и направлена в сторону севера; ось Z направлена по нормали к поверхности эллипсоида из заданной точки от эллипсоида; ось Y дополняет систему координат до левой

2. Назовите процесс преобразования координат, реализованный на схеме



3. Теоретическое определение какой системы координат основывается на следующих положениях:

начало системы координат расположено в центре масс Земли;

ось Z направлена к условному земному полюсу, (международному условному началу) – рекомендации Международной службы вращения Земли (IERS);

ось X – в точку пересечения плоскости экватора и начального меридиана, установленного IERS и Международным бюро времени (BIH);

ось Y дополняет систему координат до правой.

Общеземная система координат вращается вместе с Землей.

Фиксируется Общеземная система координат на определенную эпоху

Тема 1.3. Проекции в высшей геодезии

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление координат в проекции Гаусса-Крюгера по координатам

На листе карты М 1:1000000 О-39 выбрать по номеру варианта лист карты М1:200000. Вычислить плоские прямоугольные координаты Гаусса—Крюгера для углов, середин сторон рамки и центрального креста на эллипсоиде с длиной большой полуоси а =6378209+var м и сжатием = 1 2983. По полученным прямоугольным координатам нанести на бумагу углы и середины сторон рамки листа карты, а также центральный крест. Километровую сетку прорисовать через 4 км.

Выбрать дугу меридиана, не лежащую на осевом (т. е. у которых непреобразованная ордината у не равна нулю) и между точками с широтами Bср и Bср +01 найти её длину. После дополнительных вычислений найти плоские прямоугольные координаты в проекции Гаусса—Крюгера.

Раздел 2. Основной

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2

Тема 2.2. Геодезические сети

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Тема 2.3. Системы координат и высот

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Преобразование координат между геоцентрической и референцной системой

Необходимо преобразовать геодезические координаты в декартовы, геодезические координаты в плоские прямоугольные в проекции Гаусса-Крюгера, выполнить обратные преобразования и проанализировать изменения координат пунктов в ГСК-2011 относительно прежних систем.

Тема 2.4. Анализ измерений, зависящих от времени

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. В гравитационном поле какая высота h понимается как расстояние между уровенными поверхностями потенциала силы тяжести вдоль силовой линии

2. В каких проекциях углы между линиями на поверхности при изображении этих линий на плоскости не изменяются, а масштаб в данной точке изображения не зависит от направления? Указать свойство.

3. Вычислите площадь трапеции, ограниченной широтами B1 и B2 и долготами L1 и L2 (выраженными в радианах). Вычислять до тысячных долей метра. Ответ представить до целых без округления, отбросив дробную часть

1. 2049361326
2. 512299104
3. 128069487

B_1 град	B_2 град	L_1 град	L_2 град
3° 00'	3° 20'	36°	36° 30'

Параметры эллипсоида:

a=	6378993,02	b=	6358280,07

$$P = b^2(L_2 - L_1)\Big[(\sin B_2 - \sin B_1) + \frac{2}{3}e^2(\sin^3 B_2 - \sin^3 B_1) + \frac{3}{5}e^4(\sin^5 B_2 - \sin^5 B_1) + \frac{4}{7}e^6(\sin^7 B_2 - \sin^7 B_1)\Big]$$

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3-я летняя сессия, Экзамен

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-1.4 ПК-1.1 ПК-1.2

Вопросы/Задания:

1. Применение метода координат в астрономии и геодезии. Небесные астрономические координаты небесных светил. Географическая система астрономических координат, связанная с отвесной линией.

2. Географическая система земных геодезических координат (земных предметов), связанная с земным эллипсоидом: основные параметры эллипсоида и связи между ними; приведённая, геодезическая, сферическая широты.

3. Геодезические координаты: главные радиусы кривизны; основные сфероидические функции; геодезическая высота; вычисление прямоугольных декартовых координат по криволинейным геодезическим, основные алгоритмы обратного преобразования.

4. Замена переменных и координат, коэффициент искажения меры (якобиан) для полярных, цилиндрических, сферических и геодезических координат. Ортогональные координаты, коэффициенты Ламе, элементы длины и поверхности.

5. Топоцентрические координаты в касательной плоскости: хорда, наклонная дальность, (геодезический) азимут направления, (геодезическое) зенитное расстояние направления.

6. Элементы плоской и пространственной кривой; нормальная, спрямляющая, соприкасающаяся плоскости, сопровождающий трёхгранник, кривизна, кручение, формулы Серре—Френе. Элементы кривой на поверхности: нормальная и тангенциальная кривизна.

7. Геометрия поверхности эллипсоида: нормальное и наклонное сечение, локсодромия, нормальное сечение, геодезическая линия и её экстремальное свойство. Кривизна поверхности: полная кривизна, гауссова кривизна.

8. Координаты точки в двух пространственных системах. Семипараметрическое ортогональное преобразование.

9. Вычислить расстояние на Земле, на котором можно наблюдать пункты напрямую со штативов высотой 2 м.

10. Вычислить разность расстояний между основаниями и вершинами башен высотой 100 м, удалёнными на 10 км.

11. Найдите малую полуось эллипсоида, если большая полуось равна 10, а сжатие равно 1/10.

12. Оценить, как изменяются главные радиусы кривизны в пределах города, района, области.

13. Отработать алгоритмы обратного преобразования прямоугольных координат в геодезические.

14. Эллипсоид имеет большую полуось 6376220 + (текущий год) м, и сжатие 1/298,3, точка имеет координаты:
широта = текущее время hhmmss в виде ° ′ ″,
долгота = текущее время hhmmss в виде ° ′ ″,
высота 100 + текущее время hh м.
Найти:
— прямоугольные декартовы координаты точки
— значения коэффициентов Ламе для геодезической и сферической системы координат (в точке)
— у проекции точки на эллипсоид: радиусы кривизны меридиана, первого вертикала,
— координаты единичного вектора нормали к эллипсоиду,
— координаты единичных векторов касательных к меридиану и параллели эллипсоида.

15. Эллипсоид имеет большую полуось 6376220 + (текущий год) м, и сжатие 1/298, 3, первая точка P имеет координаты:
широта = текущее время hhmmss в виде ° ′ ″, долгота = текущее время hhmmss в виде ° ′ ″, высота 100 + текущее время hh м, вторая точка имеет координаты:
широта = 25° 30′ 30″, долгота = 25° 30′ 30″, высота 500 м.
Вычислить топоцентрические координаты x, y, z второй точки относительно первой P как начала топоцентрической системы сначала в матричном виде

16. Докажите утверждение: если полуоси a, b эллипса увеличить на одну и ту же величину, новый эллипс будет не подобен исходному («подобен» — может быть получен масштабированием).

17. Найти профиль горы, наклон которой в каждой точке составляет α к отсчётной сфере (для случая наклона α =45° и отношения высоты горы к радиусу сферы 1/2).

18. В гравитационном поле какая высота h понимается как расстояние между уровенными поверхностями потенциала силы тяжести вдоль силовой линии

19. В каких проекциях углы между линиями на поверхности при изображении этих линий на плоскости не изменяются, а масштаб в данной точке изображения не зависит от направления? Указать свойство.

20. Вычислите площадь трапеции, ограниченной широтами B1 и B2 и долготами L1 и L2 (выраженными в радианах). Вычислять до тысячных долей метра. Ответ представить до целых без округления, отбросив дробную часть
1. 2049361326
2. 512299104
3. 128069487

B_1 град	B_2 град	L_1 град	L_2 град
3° 00'	3° 20'	36°	36° 30'

Параметры эллипсоида:

a=	6378993,02	b=	6358280,07

$$P = b^2(L_2 - L_1)\left[(\sin B_2 - \sin B_1)\right.$$

$$+\frac{2}{3}e^2(sin^3 B_2 - sin^3 B_1)$$
$$+\frac{3}{5}e^4(sin^5 B_2 - sin^5 B_1)$$
$$+\frac{4}{7}e^6(sin^7 B_2 - sin^7 B_1)\Big]$$

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Закатов П.С. Курс высшей геодезии. / П.С. Закатов. - Изд. 4, перераб. и доп. - Недра, 1976. - 511 - Текст: непосредственный.

2. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия (Теоретическая геодезия) / Л.П. Пеллинен. - Недра, 1978. - 264 - Текст: непосредственный.

3. Морозов В.П. Курс сфероидической геодезии. / В.П. Морозов. - Изд. 2-е перераб. и доп. - Недра, 1979. - 296 - Текст: непосредственный.

4. Огородова Л.В. Высшая геодезия. Часть III. Теоретическая геодезия: Учебник для вузов / Л.В. Огородова. - Издательство Геодезкартиздат, 2006. - 384 - 5-86066-076-6. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Гофман-Велленгоф Б. Физическая геодезия: Пер. с англ. / Под ред. Ю.М. Неймана. / Б. Гофман-Велленгоф, Г. Мориц; Б. Гофман-Велленгоф, Г. Мориц ;. - МИИГАиК, 2007. - 426 - 978-5-91188-007-1. - Текст: непосредственный.

2. Молоденский М.С. Гравитационное поле. Фигура и внутреннее строение Земли. / РАН. Секция наук о Земле. Объединённый институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта. / М.С. Молоденский. - Наука, 2001.. - 570 - 5-02-002331-0. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. www.miigaik.ru/upload/medialibrary - Методические разработки профильных кафедр МИИГАиК

2. https://eft-cors.ru/ - Информация спутниковых данных сети постоянно действующих базовых станций

3. https://rg.ru/2011/01/11/geodeziya-site-dok.html - 1. Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года

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

Специализированная лаборатория
Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 1 шт.
Нивелир Н-05 - 12 шт.
Рейка деревянная шашечная - 1 шт.
Рейка инварная штриховая - 3 шт.
Теодолит 3Т2КА - 1 шт.
Теодолит ОТ-02 - 5 шт.
Теодолит Т-1 - 1 шт.
Теодолит УВК - 2 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Планы практических занятий, их цель, задачи и тематика, литература сообщаются преподавателем. Перед изучением темы преподаватель комментирует план занятия, актуальность темы и практическую значимость.
Во время обсуждения студентами изученного материала проясняются отдельные моменты темы, закрепляются знания, приобретаются навыки изложения и разъяснения материала, развивается речь.
Основные формы самостоятельной работы:
- конспектирование лекций и литературы;
- формулирование вопросов по лекции и заданиям для самостоятельной работы;
- доработка материалов прослушанной лекции;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовка к аттестациям.
С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы в начале каждого практического занятия преподавателем проводится устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

В ходе лекционных занятий студент должен выполнять конспектирование излагаемого материала, обращая внимание на формулировки, научные выводы и практические рекомендации, уясняя отличия отечественной школы высшей геодезии, сформированной работами Ф. Н. Красовского и М. С. Молоденского. Желательно оставить в рабочих конспектах поля для последующих дополнений и пометок из рекомендованной литературы.
По ходу изложения допускается задавать уточняющие вопросы как преподавателю, так и студентам.
Совершенствование навыков конспектирования у студентов включает следующее:
1. Обязательны к уяснению и пониманию все термины, записанные на доске по ходу изложения или показанные на слайдах. Остальные произнесённые слова являются пояснениями.
2. Наиболее важные и принципиальные моменты темы, подлежащие конспектированию, должны проговариваться с замедлением речи несколько раз, возможно, с изменением формулировок.

3. Записанные преподавателем формулы должны конспектироваться полностью, обозначения в формулах преподаватель раскрывает устно, студенты записывают их кратко.
Оценка выставляется по шкале от 2 до 5.
Критерии оценки:
— правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
— полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
— сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
— логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
— рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
— своевременность и эффективность использования технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять вычислительную технику);

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.