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

Геодезический 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
17 февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
«Б1.В.06.ДВ.01.02 СИСТЕМЫ ОТСЧЕТОВ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Исследование природных ресурсов методами дистанционного зондирования

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Декан факультета кафедры высшей геодезии, к.н., доцент
Половнев О. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	23.01.2023, № 8

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 системах координат используемых на международном, государственном и местном уровнях, а также практических навыков (формирование) и готовности к самостоятельной разработке и их применении области геодезии и дистанционного зондирования для решения комплексных задач в профессиональной сфере координатно-временного обеспечения.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных системах координат;
- освоение навыков применения систем координат в профессиональной деятельности;
- освоение навыков применения систем координат в профессиональной деятельности;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно технологическим схемам и алгоритмам реализации проектов обеспечения пространственными данными.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен проводить прикладные исследования, обрабатывать и анализировать результаты

ПК-1.1 Выполняет эксперимент и оформляет результаты исследований и разработок

Знать:

ПК-1.1/Зн1 Информационные и телекоммуникационные технологии для представления результатов геодезических работ

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Навыками обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний

ПК-1.2 Обрабатывает и анализирует научно-техническую информацию и результаты исследований

Знать:

ПК-1.2/Зн1 Государственные системы координат, системы координат, применяемые при ведении ГКН

Уметь:

ПК-1.2/Ум1 Применять современные программные средства обработки и уравнивания геодезических полевых и орбитальных измерений

Владеть:

ПК-1.2/Нв1 Навыками обработки, анализа результатов исследований с использованием научно-технической информацией по соответствующей области знаний

ПК-1.3 Готовит элементы документации, проектов, планов и программ проведения отдельных этапов работ

Знать:

ПК-1.3/Зн1 Нормативно-правовую базу в области геодезических работ

Уметь:

ПК-1.3/Ум1 Разрабатывать и оформлять технический проекты и программы геодезических работ

Владеть:

ПК-1.3/Нв1 Специализированным программным обеспечением для математической обработки результатов высокоточных измерений и их оформлением для проектной документации

ПК-3 Способен вести и развивать пространственные данные государственного кадастра недвижимости

ПК-3.1 Вносит картографическую и геодезическую основы в государственный кадастр недвижимости

Знать:

ПК-3.1/Зн1 Нормативно-правовой базы, регулирующей создание и использование геодезической и картографической основы государственного кадастра недвижимости

Уметь:

ПК-3.1/Ум1 Применять установленные системы координат и параметры перехода между ними

Владеть:

ПК-3.1/Нв1 Технологиями обновления и интеграции геодезических и картографических даных в ЕГРН, включая использование специализированного программного обеспечения для обработки и проверки соответствующих сведений

ПК-3.2 Проводит работы по внесению сведений о пространственных объектах различного назначения

Знать:

ПК-3.2/Зн1 Классификаций и требований к пространственным данным объектов различного назначения, установленных нормативными актками

Уметь:

ПК-3.2/Ум1 Идентифицировать, описывать им оформлять сведения о пространственных объектах для их корректной регистрации

Владеть:

ПК-3.2/Нв1 Программными комплексами ввода, обработки и ведения пространственных данных

ПК-6 Способен выполнять комплекс работ по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

ПК-6.1 Планирует работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

Знать:

ПК-6.1/Зн1 Методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований

Уметь:

ПК-6.1/Ум1 Применять нормативную документацию в соответствующей области знаний

Владеть:

ПК-6.1/Нв1 Навыками анализа обеспеченности района работ планово-высотной основой и навыками составление проектов планово-высотной подготовки наземных и аэрокосмических снимков

ПК-6.2 Организовывает и выполняет работы по планово-высотной подготовке материалов аэрокосмических и наземных фотограмметрических съемок

Знать:

ПК-6.2/Зн1 Алгоритмы и программное обеспечение для математической обработки и контроля качества измерительной информации и методы и технологии выполнения и обработки координатных основ нивелирных, гравиметрических и спутниковых измерений

Уметь:

ПК-6.2/Ум1 Анализировать и систематизировать обрабатываемую информацию

Владеть:

ПК-6.2/Нв1 Навыками комплексной обработки и контроля качества геодезических и гравиметрических определений

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.06.ДВ.01.02 «Системы отсчетов» относится к формируемой участниками образовательных отношений 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 семестр	72	2	17	34	21	Зачет
Всего	72	2	17	34	21	

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	**26**	**6**	**12**	**8**	ПК-1.2

Тема 1.1. Плоские и пространственные системы координат	26	6	12	8	ПК-1.3
Раздел 2. Основной	**46**	**11**	**22**	**13**	ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-6.1 ПК-6.2
Тема 2.1. Дифференциальные формулы связи различных систем координат	26	6	12	8	
Тема 2.2. Глобальные, региональные и локальные системы координат	20	5	10	5	
Итого	**72**	**17**	**34**	**21**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Плоские и пространственные системы координат

Нормативная база. Плоские системы координат. Перевычисление и трансформирование плоских систем координат. Пространственные системы координат. Эллипсоидальная геодезическая система координат Общеземная геоцентрическая система координат. Перевычисление и трансформирование пространственных систем координат.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Основной

Тема 2.1. Дифференциальные формулы связи различных систем координат

Пространственные полярные сферические и топоцентрические системы координат. Дифференциальные формулы связи координат. Уравнения связи пространственных координат и измеренных величин. Дифференциальные изменения координат из-за изменения параметров системы отсчета. Местные системы координат. Геодезические проекции.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Глобальные, региональные и локальные системы координат

Глобальные системы координат. Региональные системы координат. Локальные системы координат. Системы высот в гравитационном поле.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая 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, 3 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

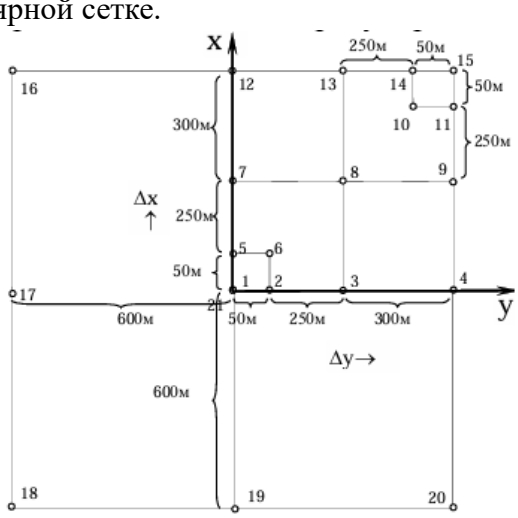
Раздел 1. Введение
Контролируемые ИДК: ПК-1.2 ПК-1.3

Тема 1.1. Плоские и пространственные системы координат

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. В соответствии со схемой создать таблицу с плоскими прямоугольными координатами точек на регулярной сетке.



2. Выполнить преобразование плоских прямоугольных координат в полярные координаты.

3. Выполнить трансформирование плоских прямоугольных координат СК1 в систему координат СК2.

4. Используя параметры эллипсоида №1 (для СК1) и эллипсоида №2 (для СК2) вычислить квадраты первого эксцентриситета e^2.

5. Выполнить перевычисление эллипсоидальных координат в геоцентрические и обратно

6. Выполнить трансформирование геоцентрических и эллипсоидальных координат пункта № 1 по схеме.

$$(BLH)_{СК1} \rightarrow (XYZ)_{СК1} \rightarrow (XYZ)_{СК2} \rightarrow (BLH)_{СК2} \rightarrow (\Delta B \Delta L \Delta H)_{СК2\text{-}СК1}$$

7. Выполнить прямое преобразование (трансформирование) эллипсоидальных координат выполнить по схеме.

выполнить первую итерацию:

$$(BLH)_{СК1} \rightarrow (\Delta B, \Delta L, \Delta H)_{СК1\text{-}СК2} \rightarrow (BLH)_{СК2},$$

выполнить вторую итерацию.

$$(BLH)_{СК1\ испр} \rightarrow (\Delta B, \Delta L, \Delta H)_{СК1\text{-}СК2} \rightarrow (BLH)_{СК2},$$

Раздел 2. Основной

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-6.1 ПК-6.2

Тема 2.1. Дифференциальные формулы связи различных систем координат

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

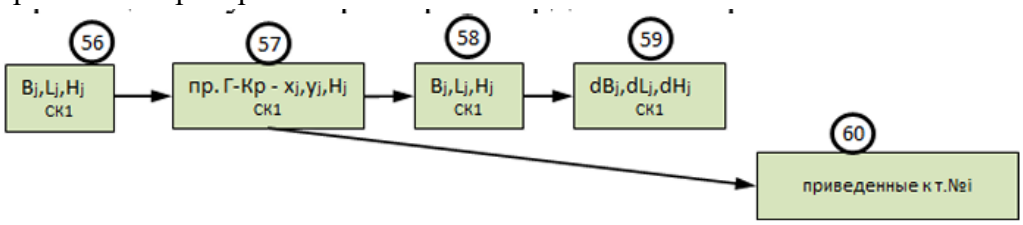
Вопросы/Задания:

1. Составить таблицу с топоцентрическими координатами пунктов.

1. Вычислить геоцентрические координаты всех точек в СК1.
2. Перевычислить геоцентрические координаты всех точек в геодезические в СК1.
3. Выполнить преобразование в топоцентрические координаты (используя дифференциальные связи геодезических и топоцентрических координат) из геодезических координат СК1;
4. Сравнить полученные топоцентрические координаты и исходные.
5. Выполнить трансформирование геоцентрических координат всех точек из СК1 в СК 2.
6. Перевычислить геоцентрические координаты в геодезические координаты в СК2.
7. Выполнить преобразование в топоцентрические координаты (используя дифференциальные связи геодезических и топоцентрических координат) из геодезических координат СК2;
8. Вычислить топоцентрические координаты всех точек для СК2.
9. Сравнить топоцентрические координаты п.8 и п.7.
10. Сравнить исходные топоцентрические координаты и топоцентрические координаты п.8.

2. Вычисление плоских прямоугольных координат в равноугольной проекции Гаусса-Крюгера и определение параметров трансформирования в топоцентрическую систему координат методом наименьших квадратов

3. Произвести преобразования по схеме.



4. По данным пункта предыдущего задания получить параметры преобразования из топоцентрической системы координат в плоские прямоугольные координат проекции Гаусса-Крюгера по пяти выбранным точкам.

Тема 2.2. Глобальные, региональные и локальные системы координат

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Реферат «Создание местной системы координат»
2. Реферат «Создание местной системы высот»

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет
Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-3.1 ПК-6.1 ПК-1.2 ПК-3.2 ПК-6.2 ПК-1.3
Вопросы/Задания:

1. Эллипсоидальная (геодезическая) геодезическая система координат. Основные определения

2. Геоцентрическая система координат. Основные определения

3. Топоцентрическая система координат. Основные определения

4. Местные системы координат. Основные определения.

5. Высоты в геодезии (геодезическая, нормальная, ортометрическая, динамическая)

6. Элементы земного эллипсоида

7. Геодезические проекции. Основные определения

8. Государственные системы координат

9. Нормальная Земля, основные определения

10. Преобразование геоцентрических прямоугольных координат в эллипсоидальные

11. Преобразование эллипсоидальных координат в геоцентрические прямоугольные

12. Преобразование плоских прямоугольных координат из одной системы координат в другую (один, два, три, четыре параметра преобразования)

13. Преобразование плоских прямоугольных координат из правой двойки векторов в левую двойку векторов

14. Преобразование геоцентрических координат из одной системы координат в другую

15. Преобразование геоцентрических координат в топоцентрические координаты заданной точки

16. Преобразование топоцентрических координат в геоцентрические

17. Преобразование топоцентрических прямоугольных координат в полярные

18. Преобразование малых приращений геодезических координат в топоцентрические координаты

19. Создание местной системы координат, (последовательность действий, параметры местной системы координат)

20. Создание местной системы координат, (последовательность действий, параметры местной системы координат)

21. Преобразование топоцентрических координат в системе координат первой точки в систему координат второй точки

22. Преобразование плоских прямоугольных координат из одной системы координат в другую (пять, шесть параметров преобразования)

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Клюшин Е.Б. Спутниковые методы измерений в геодезии: Учебное пособие. Часть 1. / Е.Б. Клюшин, А.О. Куприянов, В.В. Шлапак. - МИИГАиК, 2006. - 60 - Текст: непосредственный.

2. Крылов В.И. Координатно-временные преобразования в геодезии: учебное пособие. / В.И. Крылов. - МИИГАиК, 2014. - 90 - 978-5-91188-057-6. - Текст: непосредственный.

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

Дополнительная литература

1. Крылов В.И. Учебное пособие по курсу "Теория систем отсчета". (Основы теории пространственно - временных преобразований). Для студентов специальностей: астрономогеодезия, космическая геодезия, прикладная геодезия. / В.И. Крылов. - МИИГАиК, 1998. - 92 - Текст: непосредственный.

2. Зимин В.М. Высшая геодезия. Сфероидическая и теоретическая геодезия: Методические указания. / В.М. Зимин. - МИИГАиК, 2007. - 58 - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://geocartography.ru/ - научный журнал для поиска и анализа информации о научных исследованиях в сфере ГиДЗ
2. https://www.elibrary.ru/project_risc.asp - научная электронная библиотека
3. https://rgs-centre.ru/fags-coords - Официальный сайт Росреестра на котором размещена информация по пунктам ФАГС

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

Компьютерный класс
Маркерная доска - 0 шт.
Моноблок - 16 шт.
Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.
Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет обеспечить понимание теории координатных преобразований для профессиональной деятельности. 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.
При изучении материалов лекций и подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов мог дать развернутый, обстоятельный ответ.
Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:
- работа над конспектом лекции: изучение пройденного материала, доработка конспекта с использованием методической, основной и дополнительной литературы;
- подготовка к практическому занятию
- подготовка к зачету
Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программой учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или обучающийся самостоятельно 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.