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

Картографический факультет
Кафедра картографии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
26 мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ «Б1.О.14.04 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 05.03.03 Картография и геоинформатика

Направленность(профиль) подготовки: Картография и геоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2023

Разработчики:
Доцент кафедры Картографии, к.н. Билибина Н. А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.03 Картография и геоинформатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 900

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Картографический факультет	Председатель ученого совета факультета	Загребин Г. И.	Рассмотрено	22.12.2022, № 6/22

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 - в формировании у обучающихся теоретических знаний о сути и методах проектирования математической основы карт, основных картографических проекциях и их свойствах,а также практических навыков анализа, оценки и выбора оптимальных проекций при создании картографических произведений.

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование знаний о способах проектирования эллипсоида (сферы) на плоскость, основных классах картографических проекциях и их свойствах ;
- Получении навыков вычисления проекций, оценки искажений проекций и их учета при решении картометрических задач;
- Формирование умений выбирать оптимальные проекции при создании карт различного содержания, назначения и территориального охвата.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-2 Способен использовать базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений и геоинформационных систем

ОПК-2.1 Использует базовые знания в области картографии и геоинформатики при создании картографических произведений

Знать:

ОПК-2.1/Зн3 Общую теорию картографических проекций, основные классы проекций, их свойства и особенности применения

Уметь:

ОПК-2.1/Ум2 Разрабатывать математическую основу карт

Владеть:

ОПК-2.1/Нв2 Методами оценки искажений в проекциях и их учета при решении картометрических задач

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.14.04 «Математическая картография» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

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)

5 семестр	144	4	18	36	54	Экзамен (36)
Всего	144	4	18	36	54	36

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. Общая теория картографических проекций	**29**	**5**	**8**	**16**	ОПК-2.1
Тема 1.1. Системы координат, применяемые в картографии	3	1		2	
Тема 1.2. Теория искажений	22	4	8	10	
Тема 1.3. Отображение эллипсоида на сфере	4			4	
Раздел 2. Теория основных классов картографических проекций	**49**	**11**	**16**	**22**	ОПК-2.1
Тема 2.1. Классификация проекций	5	1	2	2	
Тема 2.2. Основные классы проекций	36	10	10	16	
Тема 2.3. Проекции карт конкретного назначения	8		4	4	
Раздел 3. Оценка, выбор и изыскание картографических проекций	**30**	**2**	**12**	**16**	ОПК-2.1
Тема 3.1. Оценка проекций	6		2	4	
Тема 3.2. Выбор проекций	18	2	10	6	
Тема 3.3. Способы изыскания картографических проекций	6			6	
Итого	**108**	**18**	**36**	**54**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Общая теория картографических проекций

Тема 1.1. Системы координат, применяемые в картографии

Географическая, геодезическая, полярная сферическая (сфероидическая). Переход от географических координат к полярным сферическим.

Тема 1.2. Теория искажений

Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции на эллипсоиде и на плоскости. Длина линейного элемента, его азимут, угол между меридианами и параллелями, площадь бесконечно малой сфероидической трапеции.
Масштабы: главный масштаб, частные масштабы длин по любому направлению, масштабы вдоль меридианов и параллелей, экстремальные частные масштабы длин. Частные масштабы площадей. Искажения длин, углов, площадей, эллипс искажений.
Условия равноугольного, равновеликого равнопромежуточного изображения эллипсоида вращения (сферы) на плоскости.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Тема 1.3. Отображение эллипсоида на сфере

Общая теория отображения эллипсоида вращения на сфере. Основные проекции эллипсоида на сферу.

Раздел 2. Теория основных классов картографических проекций

Тема 2.1. Классификация проекций

Классификация проекций по характеру искажений, ориентировке картографической сетки и виду нормальной сетки меридианов и параллелей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Основные классы проекций

Проекции цилиндрические, псевдоцилиндрические, конические, псевдоконические, поликонические, азимутальные и псевдоазимутальные. Их применение. Общие уравнения, виды сеток, распределение искажений, принципы определения отображающих функций и постоянных параметров проекций основных классов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Расчетно-графическая работа

Тема 2.3. Проекции карт конкретного назначения

Проекции топографических, морских, аэронавигационныхкарт. Характеристика и особенности применения проекции номенклатурной карты масштаба 1:2 500 000.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Раздел 3. Оценка, выбор и изыскание картографических проекций

Тема 3.1. Оценка проекций

Критерии оценки достоинств проекции: локальные (Эйри, Иордана, Конусовой) и глобальные. Понятие о наилучших и идеальных проекциях. Наилучшие равноугольные проекции. Проекция Чебышева.

Тема 3.2. Выбор проекций

Теоретические основы выбора картографических проекций и других элементов математической основы для создания карт конкретного назначения, содержания и территориального охвата. Факторы, влияющие на выбор картографических проекций.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Практическая работа

Тема 3.3. Способы изыскания картографических проекций

Прямая и обратная задачи математической картографии. Методы изыскания на основе решения прямой задачи математической картографии. Методы изыскания на основе решения обратной задачи математической картографии.

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, 5 семестр.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все практические работы.

Экзамен проходит в устной форме. В билете три вопроса. Два из них ттребуют развернутых ответов, третий вопрос на знание определений и основных понятий. Время на подготовку не более 1 часа. Студент имеет право один раз за время подготовки к экзамену попользоваться своим конспектом лекций. В процессе ответа по билету возможны дополнительные вопросы.

Итоговая оценка рассчитывается как среднее арифметическое из оценок, полученных студентом за каждый вопрос в билете.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Общая теория картографических проекций
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1

Тема 1.2. Теория искажений

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Решение задач по общей теории картографических проекций

Исследование свойств проекций по их уравнениям;
построение эллипса искажений.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Определить искажения длин, если частный масштаб длин равен 1,02. Ответ дайте в %.

+0,02%
-2%
+2%
+20%

2. Формула p=ab определяет

Масштаб площади
Масштаб длин вдоль параллелей
Масштаб длин вдоль меридианов
Масштаб длин по любому направле-нию

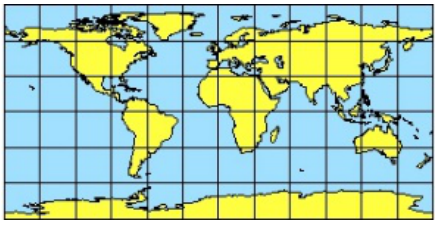
Раздел 2. Теория основных классов картографических проекций
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1

Тема 2.1. Классификация проекций

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Определите класс проекции по виду сетки



2. Какими бывают проекции по характеру ис-кажений

Тема 2.2. Основные классы проекций

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Для каких территорий применяются нормальные цилиндрические проекции

1. Полярных
2. Экваториальных
3. Вытянутых вдоль меридианов
4. Округлых

2. Конические проекции с одной главной параллелью применяют, если территория имеет протяженность по широте

1. менее 2°
2. менее 8°

3. от 8° до 30°
4. более 30°

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Решение картометрических задач на сетках картографических проекций

1) вычислить прямоугольные координаты и построить сетку нормальной равноугольной цилиндрической проекции;
2) вычислить прямоугольные координаты и построить сетк унормальной равноугольной конической проекции;
3) на сетках проекции построить линии положения через заданные точки;
4) вычислить теоретические длины линий положени;я
5) выполнить измерения длин линий на сетках обеих проекций .

Тема 2.3. Проекции карт конкретного назначения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление проекции идеального кадрового космического снимка

1. Вычислить прямоугольные координаты, масштабы и искажения кадрового снимка на горизонтальную картинную плоскость;
2. Вычислить прямоугольные координаты кадрового снимка на наклонную картинную плоскость;

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. В какой проекции создаются отечественные топографические карты

1. Гаусса-Крюгера
2. UTM
3. Красовского
4. Равнопромежуточной конической

2. При создании каких карт целесообразно использовать нормальную равноугольную цилиндрическую проекцию Меркатора

1. Геологических
2. Политико-административных
3. Морских навигационных
4. Социально-экономических

Раздел 3. Оценка, выбор и изыскание картографических проекций

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1

Тема 3.2. Выбор проекций

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Выбор проекции для конкретной карты

1) определить масштаб карты при заданном формате страницы и построить макет компоновки;
2) дать общее обоснование по выбору проекций и предложить не менее двух вариантов;
3) построить граничные изоколы предложенных проекций и рассчитать все виды искажений;
4) сравнить величины искажений и сделать окончательный выбор проекции;
5) привести формулы проекции и дать рекомендации по другим элементам математической основы карты.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Предложите проекцию для карт Антарктиды

2. Предложите проекцию для мелкомасштабной общегеографической карты России
1. Проекция Меркатора
2. Нормальная равнопромежуточная коническая проекция
3. Любая из поликонических проекций ЦНИИГАиК
4. Проекция Лагранжа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ОПК-2.1
Вопросы/Задания:

1. Геодезическая (географическая) и полярная сферическая системы координат.

2. Общие понятия о масштабах и искажениях.

3. Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции на эллипсоиде.

4. Изображение бесконечно малой сфероидической трапеции на плоскости. Длина линейного элемента

5. Изображение азимута линейного элемента в проекции

6. Изображение угла между меридианами и параллелями в проекции. Ортогональность картографической сетки

7. Площадь бесконечно малой сфероидической трапеции в проекции

8. Вывод формулы частного масштаба длин

9. Исследование частного масштаба длин на экстремум. Главные направления

10. Связь экстремальных масштабов длин с масштабами вдоль меридианов и параллелей

11. Вывод формулы частного масштаба площади

12. Вывод формулы максимальных искажений углов

13. Условия равноугольного и равновеликого отображения эллипсоида на плоскости

14. Классификация картографических проекций по характеру искажений

15. Классификация картографических проекций по виду нормальной сетки меридианов и параллелей

16. Классификация картографических проекций по ориентировке картографической сетки

17. Цилиндрические проекции. Общие положения

18. Равноугольные цилиндрические проекции, их свойства

19. Равновеликие и равнопромежуточные цилиндрические проекции

20. Косые и поперечные цилиндрические проекции

21. Конические проекции. Общие положения

22. Вывод общих формул равноугольных конических проекций

23. Равноугольные конические проекции с одной главной параллелью

24. Равноугольные конические проекции с двумя главными параллелями

25. Общие формулы равнопромежуточных конических проекций

26. Равнопромежуточные проекции с одной главной параллелью

27. Равнопромежуточные конические проекции с двумя главными параллелями

28. Проекции для карт России (Проекция ПКО «Картография», перспективные цилиндрические проекции)

29. Азимутальные проекции. Общие положения

30. Равноугольные азимутальные проекции

31. Равновеликие азимутальные проекции, их применение

32. Равнопромежуточные азимутальные проекции

33. Перспективные азимутальные проекции. Общие формулы и чкстные случаи.

34. Псевдоцилиндрические проекции. Общие положения, применение

35. Проекция Сансона

36. Способ Гуда

37. Псевдоконические проекции. Проекция Бонна

38. Поликонические проекции. Общие положения

39. Проекция Гаусса-Крюгера , проекция UTM

40. Общие положения по выбору картографических проекций

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Бугаевский Л.М. Математическая картография: Учебник для вузов / Л.М. Бугаевский. - Издательство Златоуст, 1998. - 400 - 5-7259-0048-7. - Текст: непосредственный.
2. Вахрамеева Л.А. Математическая картография: Учебник для вузов. / Л.А. Вахрамеева, Л.М. Бугаевский, З.Л. Казакова. - Недра, 1986. - 286 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Составители: Баева Е.Ю., Билибина Н.А. Методические указания «Выбор математической основы для карты». - М., Изд. МИИГАиК, 2008, с. 29.
2. Составители: Баева Е.Ю., Билибина Н.А. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Математическая картография». Для студентов 3 курса специальности «картография». - М.: изд. МИИГАиК, 2008, 48 с.
3. Серапинас Б.Б. Математическая картография : Учебник для вузов / Б.Б. Серапинас. - Издательский центр "Академия", 2005. - 336 - 5-7695-2131-7. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://kartfak.ru/development/proj_search/ - cartlab. Картографические проекции

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

Лекционная аудитория

Лекционный мультимедийный комплекс - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

Для практических занятий

Интерактивная панель - 1 шт.
Меловая доска - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для

более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК.

Методические указания для выполнения практических работ указаны в списке дополнительной литературы.

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.