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
24 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.04.04 МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

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): 2025

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2025

Разработчики:
Преподаватель кафедры Картографии Иванова А. 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	20.12.2024, № 4/24

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 студентами теоретических и практических навыков применения математических методов для создания и использования карт.

Задачи изучения дисциплины:

- Ознакомление с теоретическими аспектами математико-картографического моделирования;
- Получение представления о возможностях совместного применения математических и картографических моделей;
- Формирование навыков использования математических методов обработки данных с представлением результатов в картографическом виде.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способен проектировать картографические произведения, структуру баз пространственных данных, геоинформационных систем и геопорталов

ПК-3.1 Участвует в проектировании картографических произведенийв

Знать:

ПК-3.1/Зн3 Основные технологические процессы проектирования аналоговых и аналого-цифровых карт

ПК-3.1/Зн10 Существующие модели и структуры хранения данных, их преимущества и недостатки

Уметь:

ПК-3.1/Ум7 Разрабатывать легенду карты и библиотеку условных знаков

ПК-3.1/Ум8 Выбирать способы картографического отображения

ПК-3.1/Ум10 Разрабатывать концепции картографической продукции (произведений), структур баз пространственных данных, геоинформационных систем, геопорталов с учетом зарубежного и отечественного опыта

Владеть:

ПК-3.1/Нв6 Разработкой проекта (программы) карты, в том числе карт новых видов и типов: навигационных, мультимедийных, анимационных, трехмерных, интернет-карт, виртуальных моделей геоизображений и других произведений

ПК-3.1/Нв10 Разработка концепции картографической продукции (произведений), структур баз пространственных данных, геоинформационных систем, геопорталов с учетом зарубежного и отечественного опыта

ПК-12 Способен выполнять отбор и систематизацию информации географической направленности в целях оценки состояния, прогнозирования, планирования и управления природными, природно-хозяйственными и социально-экономическими территориальными системами

ПК-12.1 Выполняет отбор и систематизацию информации географической направленности в разных целях

Знать:

ПК-12.1/Зн3 Методические приёмы отбора, систематизации и пространственного анализа географической информации, в целях проектирования и составления математико-картографических моделей разного типа

Уметь:

ПК-12.1/Ум2 Выполнять отбор, систематизацию и пространственный анализ географической информации, в целях проектирования и составления математико-картографических моделей разного типа

Владеть:

ПК-12.1/Нв3 Навыками итоговой обработки первичной информации, полученной в ходе полевых и камеральных изысканий географической направленности

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.04.04 «Математико-картографическое моделирование» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	72	2	34	38	Зачет
Всего	72	2	34	38	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Теоретические основы математико-картографического моделирования	**9**	**5**	**4**	ПК-3.1 ПК-12.1
Тема 1.1. Математико-картографическое моделирование. Теоретические аспекты	9	5	4	

Раздел 2. Математико-картографические модели	**63**	**29**	**34**	ПК-3.1 ПК-12.1
Тема 2.1. Моделирование структуры явлений	9	5	4	
Тема 2.2. Модели снижения размерности многомерных данных. Классификационные модели	10		10	
Тема 2.3. Моделирование взаимосвязи явлений. Информационные модели взаимосвязи	9	5	4	
Тема 2.4. Корреляционные модели	9	5	4	
Тема 2.5. Моделирование динамики явлений	9	5	4	
Тема 2.6. Регрессионные модели	9	5	4	
Тема 2.7. Анаморфированные картографические изображения	8	4	4	
Итого	**72**	**34**	**38**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы математико-картографического моделирования

Тема 1.1. Математико-картографическое моделирование. Теоретические аспекты

Понятие «модель» и «моделирование». Цели моделирования. Общие свойства моделей. Этапы моделирования. Классификация моделей. Карта как модель действительности и её свойства. Связь математики и картографии. Истоки возникновения математико-картографического моделирования как отдельного направления картографии. Классификация математико-картографических моделей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Математико-картографические модели

Тема 2.1. Моделирование структуры явлений

Способы изучения структуры явлений и процессов по картам. Анализ конфигурации картографических образов. Изучение пространственного размещения точечных объектов. Разложение картографического изображения на составляющие. Аппроксимация поверхностей пространственных географических распределений. Преобразование картографического изображения. Гравитационные модели структуры явлений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Модели снижения размерности многомерных данных. Классификационные модели

Факторный анализ. Метод главных компонент. Классификации с учителем и без. Меры близости при классификации объектов. Типологические и оценочные классификации.

Тема 2.3. Моделирование взаимосвязи явлений. Информационные модели взаимосвязи

Приемы изучения взаимосвязи явлений по картам. Общее понятие энтропии. Информационная энтропия. Её применение при анализе неоднородности картографического изображения и оценке взаимного соответствия контуров на разных картах.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.4. Корреляционные модели

Сущность корреляционного анализа. Коэффициент корреляции и его интерпретация. Корреляционные карты. Метод скользящего окна.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.5. Моделирование динамики явлений

Исследование динамики явлений по разновременным картам. Картографические прогнозы (экстраполяции). Детерминистские и стохастические модели. Гравитационные модели динамики пространственного распространения явлений. Метод Монте-Карло. Диффузионные модели. Цепь Маркова и её свойства.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.6. Регрессионные модели

Сущность регрессионного анализа. Виды регрессии. Оценка качества регрессионной модели. Допущения регрессионного анализа. Применение регрессии для прогноза явлений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.7. Анаморфированные картографические изображения

Определение, связь с искусством, виды, методы построения, интерпретация.

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, 7 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы математико-картографического моделирования
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-12.1

Тема 1.1. Математико-картографическое моделирование. Теоретические аспекты
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Применение метода ближайшего соседства для оценки размещения населенных пунктов

Раздел 2. Математико-картографические модели
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-12.1

Тема 2.1. Моделирование структуры явлений
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Создание карты потенциала поля расселения

Тема 2.3. Моделирование взаимосвязи явлений. Информационные модели взаимосвязи
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Создание карты энтропии контуров

Тема 2.4. Корреляционные модели
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Тема 2.5. Моделирование динамики явлений
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Составление карты этапов распространения абстрактной эпидемии

Тема 2.6. Регрессионные модели

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Применение регрессионных моделей для прогнозирования развития географических явлений

Тема 2.7. Анаморфированные картографические изображения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Создание анаморфозы

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-12.1

Вопросы/Задания:

1. Какие модели существуют первоначально в человеческом сознании, как образы действительности?

1. Материальные
2. Идеальные
3. Физические

2. Какое название носят модели, сконструированные из каких-либо материалов, либо найденные в реальном мире и в силу своих свойств, имитирующие в упрощенной форме изучаемый объект?

3. Какие модели характеризуются геометрическим подобием по отношению к оригинальному объекту

4. Какими свойствами обладает картографическая модель?

1. Абстрактность изображения;
2. Обзорность;
3. Логичность легенды;
4. Дискретность.

5. К какой категории относятся модели потенциала поля расселения?

1. Гравитационные;
2. Информационные;
3. Регрессионные

6. Как называется зависимость, при которой с увеличением значений одного признака уменьшается другой признак

7. Какие показатели применяются для определения связи между качественными признаками?

1. Коэффициент ассоциации;
2. Коэффициент контингенции;
3. Коэффициент корреляции.

8. Какое название носят производные от традиционных карт графические изображения, масштаб которых трансформируется и варьирует в зависимости от величины показателя на исходной карте?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. / А.М. Берлянт. - Мысль, 1986. - 240 - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Васмут А.С. Автоматизация и математические методы в картосоставлении: Учеб. пособие для вузов. / А.С. Васмут, Л.М. Бугаевский, А.М. Портнов. - Недра, 1991. - 391 - 5-247-00450-7. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://rosstat.gov.ru/ - Федеральная служба государственной статистики
2. https://www.naturalearthdata.com/ - Свободные наборы мелкомасштабных векторных и растровых картографических данных масштабов 1:10 000 000, 1:50 000 000 и 1:110 000 000

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

Моноблок - 16 шт.

Проектор - 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;

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, 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.