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

Картографический факультет
Кафедра цифровой 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
15 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.01.02 СОЗДАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ КАРТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 05.04.03 Картография и геоинформатика

Направленность (профиль) подготовки: Картография и геоинформатика

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2026

Разработчики:

Заведующий кафедрой Цифровой картографии, к.т.н. Бровко Е. А.

Преподаватель кафедры Цифровой картографии Чебышева Д. А.

Преподаватель кафедры Цифровой картографии Москаленко И. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.04.03 Картография и геоинформатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 893

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Картографический факультет	Председатель ученого совета факультета	Загребин Г. И.	Рассмотрено	26.12.2025, № 6/25

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 - формирование у магистров системного теоретического фундамента и устойчивых практических навыков в области создания и поддержки навигационных карт, функционирующих как составная часть современных геоинформационных систем и сервисов. Это предполагает углубленное изучение принципов построения и анализа графов дорожного движения, овладение методами сбора, интеграции и семантического обогащения пространственных данных (включая данные дистанционного зондирования и краудсорсинга), а также освоение технологий сетевого моделирования и маршрутизации для решения широкого круга прикладных задач — от автомобильной и пешеходной навигации до логистики и автономного транспорта, в контексте современных стандартов и архитектур (облачные ГИС, ИПД).

Задачи изучения дисциплины:

- Изучить эволюцию, современное состояние и перспективы развития навигационной картографии, включая стандарты (NDS, OpenDrive), форматы данных и роль инфраструктуры пространственных данных (ИПД/SDI) в создании конкурентоспособных навигационных продуктов.;
- Систематизировать и углубить знания в области теории графов применительно к задачам пространственного анализа (задачи поиска кратчайшего пути, коммивояжера, анализа транспортных сетей) и научиться корректно интерпретировать результаты работы алгоритмов для оценки качества модели графа.;
- Освоить методологию создания и ведения единого графа дорожного движения, включая строгие правила формирования геометрии линейных объектов (с учетом топологии, уровней Zlev, кривизны), и заполнения расширенной семантики атрибутивных таблиц (Oneway, Spdlimit, Lanes, Road_Level, Navi_Type и др.) для различных категорий дорог и навигационных ситуаций.;
- Сформировать навыки работы со специализированным инструментарием для построения и настройки наборов сетевых данных, выполнения сложных видов сетевого анализа (поиск ближайшего, построение маршрутов с временными окнами и ограничениями, матрицы "источник-назначение") и визуализации его результатов.;
- Развить способность критически оценивать качество и полноту исходных данных (включая данные ДЗЗ и OpenStreetMap), выявлять и устранять топологические ошибки, а также обосновывать выбор технологических решений для создания фрагмента навигационной карты, отвечающей требованиям конкретного технического задания (автомобильная, пешеходная, логистическая навигация)..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способен осуществлять поиск и анализ инновационных технических решений, оценку возможности и целесообразности их применения в картографическом производстве

ПК-2.2 Осуществляет поиск и анализ инновационных технических решений, оценку возможности и целесообразности их применения в картографическом производстве

Знать:

ПК-2.2/Зн4 Основные методы представления информации с помощью информационных, компьютерных и сетевых технологий

ПК-2.2/Зн5 Основные методы создания использования и обработки баз данных

ПК-2.2/Зн6 Методы работы с различными ГИС-пакетами

Уметь:

ПК-2.2/Ум3 Обрабатывать информацию для оптимального решения поставленных задач

ПК-2.2/Ум6 Анализировать информацию и выносить заключения по итогам обработанной информации

ПК-2.2/Ум7 Использовать электронные карты для измерений, решения информационно-статистических задач и отображения их результатов с помощью мультимедийных технологий

Владеть:

ПК-2.2/Нв1 Навыками использования стандартных программных оболочек для создания картографических продуктов различного назначения

ПК-2.2/Нв3 Основными методами поиска, обработки, хранения и анализа информации посредством компьютерных технологий

ПК-2.2/Нв6 Методами создания инфраструктуры пространственных данных

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.01.02 «Создание навигационных карт с использованием ГИС» 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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
3 семестр	108	3	36	72	Зачет
Всего	108	3	36	72	

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. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.	**12**	**6**	**6**	ПК-2.2
Тема 1.1. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.	12	6	6	
Раздел 2. Создание слоя единого графа дорожного движения.	**72**	**22**	**50**	ПК-2.2
Тема 2.1. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 1. Геометрия.	24	8	16	
Тема 2.2. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 2. Атрибутивная информация.	24	8	16	
Тема 2.3. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 3. Вспомогательные слои и таблицы.	24	6	18	
Раздел 3. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.	**24**	**8**	**16**	ПК-2.2
Тема 3.1. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.	24	8	16	
Итого	**108**	**36**	**72**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.

Тема 1.1. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.

История автомобильной навигации. Карты для автомобильной навигации. Теория графов. Графы и сетевые данные в ГИС. Применение графов дорожного движения (ГДД). Введение в работу с ArcGIS.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Создание слоя единого графа дорожного движения.

Тема 2.1. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 1. Геометрия.

Инструменты ArcGIS, используемы при оцифровке ГДД. Создание баз данных, слоев, таблиц. Создание прокта в среде ArcGIS. Создание слоя автомобильных дорог «roads». Особенности создания объектов в слое «roads». Самоконтроль при создании объектов в слое «roads»

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 2. Атрибутивная информация.

Заполнение атрибутики слоя «roads». Таблица структуры слоя roads. Заполнение полей Name_Obj и Code_obj. Заполнение поля Oneway. Заполнение полей Spdlimit_F и Spdlimit_B. Заполнение поля Road_Level. Заполнение полей Lanes_F и Lanes_B. Заполнение полей Constr, Zlev_F и Zlev_B. Заполнение поля Type_Obj. Заполнение поля Paved. Заполнение поля Divider. Заполнение поля Circular_M. Заполнение поля Multiroad. Заполнение поля Frontage. Заполнение поля Ramp. Заполнение поля Navi_Type. Заполнение поля Student.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.3. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 3. Вспомогательные слои и таблицы.

Создание дополнительных слоев. Особенности создания слоя ограничения движения «rturns». Особенности создания слоя перекрытых участков дорог «gates». Примеры сочетания объектов слоев «rturns» и «gates».

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.

Тема 3.1. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.

Введение в работу с модулем ArcGIS Network Analyst. Создание набора сетевых данных. Поиск оптимального маршрута с использованием набора сетевых данных. Выполнение сетевого анализа с использованием атрибутов ограничения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая 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.
При проведении промежуточной аттестации учитываются результаты оценивания, полученные за каждый элемент оцениванияв ходе текущего контроля. Студенту, сдающему зачет, должно быть дано время, достаточное для тщательной подготовки ответа. Во время сдачи экзамена или зачета студент не имеет права пользоваться учебником, учебным пособием, конспектом, каким-либо источником. Дополнительные вопросы должны быть поставлены четко и ясно. При выставлении оценок экзаменатор принимает во внимание не столько знание материала, часто являющееся результатом механического запоминания прочитанного, сколько умение ориентироваться в нем, логически рассуждать, а равно применять полученные знания к практическим вопросам. Важно также учесть форму изложения.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.
Контролируемые ИДК: ПК-2.2

Тема 1.1. Вводный раздел. Общая информация о создании навигационных карт.
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Какая классическая задача теории графов напрямую связана с поиском оптимального маршрута доставки по нескольким точкам (например, для курьера)?
1. Задача Эйлера о семи мостах (поиск цикла, проходящего по всем ребрам).
2. Задача коммивояжера (TSP).
3. Задача о максимальном потоке.
4. Задача о раскраске графа.
2. Какой классический алгоритм лежит в основе поиска кратчайшего пути в современных навигационных системах?
1. Алгоритм пузырьковой сортировки.
2. Алгоритм Дейкстры.
3. Алгоритм бинарного поиска.
4. Алгоритм шифрования RSA.
3. Какой краудсорсинговый проект является крупнейшим открытым источником данных для создания навигационных карт во всем мире?
1. Яндекс.Карты.
2. Google Maps.
3. OpenStreetMap (OSM).
4. 2ГИС.

4. Какой формат данных стал фактическим стандартом для обмена и хранения навигационной информации, особенно в веб-сервисах, благодаря своей открытости и поддержке сложной атрибутики?

1. Shapefile (SHP).
2. GeoJSON.
3. DXF.
4. SXF.

5. Какая международная спецификация наиболее детально регламентирует требования к навигационным данным для систем автономного вождения (ADAS), включая атрибутику кривизны дорог, профиля уклона и барьерных ограждений?

1. OpenStreetMap (OSM) как краудсорсинговый проект, дополненный тегами ADAS.
2. Стандарт ISO 14825 (Geographic Data Files – GDF), используемый для классических навигационных систем.
3. Спецификация ADAS в рамках Navigation Data Standard (NDS), определяющая поля Curvature, Slope, Heading и другие, необходимые для систем помощи водителю.
4. Физический формат хранения PSF (Physical Storage Format), разработанный для автомобильных навигационных систем предыдущего поколения.

6. Какой принцип лежит в основе технологии «динамического позиционирования» (HD map) при построении навигационных карт для беспилотных автомобилей в условиях отсутствия GPS-сигнала (тоннели, плотная городская застройка)?

1. Использование инерциальных навигационных систем (IMU) и одометрии с последующей экстраполяцией траектории.
2. Сопоставление данных лидара/радара и камер с предварительно загруженной высокоточной 3D-картой местности (локализация по карте).
3. Триангуляция по сигналам сотовых вышек и точкам доступа Wi-Fi.
4. Прогнозирование местоположения на основе анализа предыдущих треков и методов машинного обучения.

7. Какая международная организация поддерживает стандарт Geography Markup Language (GML) и его профиль для навигационных данных (например, GML for Transportation)?

1. Open Geospatial Consortium (OGC).
2. International Organization for Standardization (ISO).
3. World Wide Web Consortium (W3C).
4. European Telecommunications Standards Institute (ETSI).

8. При создании карт для навигации важна актуальность данных. Какой подход к обновлению картографической базы наиболее эффективен для оперативного выявления новых объектов дорожной инфраструктуры (например, новых съездов, развязок) в масштабах целой страны?

1. Периодическая аэрофотосъемка с самолетов раз в 3–5 лет.
2. Использование данных мобильного лазерного сканирования (МЛС), выполняемого по заказу картографических сервисов непрерывно по мере объезда парком автомобилей.
3. Автоматическое дешифрирование спутниковых снимков высокого разрешения на основе нейросетевых алгоритмов без наземной верификации.
4. Обработка сообщений от пользователей навигационных приложений (краудсорсинг) с автоматическим внесением изменений.

Раздел 2. Создание слоя единого графа дорожного движения.

Контролируемые ИДК: ПК-2.2

Тема 2.1. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 1. Геометрия.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. При построении графа дорожного движения (ГДД) для целей автономной навигации (ADAS) критически важна топологическая связность. Какая ситуация НАИБОЛЕЕ критична с точки зрения построения корректного сетевого набора данных в ГИС и почему?

1. Пересечение двух разноуровневых дорог (эстакада и дорога под ней), оцифрованное без общей вершины (псевдоузел). Это создаст лишний узел, но не нарушит связность.
2. Пересечение двух дорог на одном уровне (перекресток), оцифрованное без общей вершины. Это приведет к невозможности поворота, так как маршрутизатор не увидит соединения линий.
3. Примыкание второстепенной дороги к магистрали, оцифрованное с общей вершиной, но без указания типа поворота (левый/правый). Алгоритм по умолчанию запретит все маневры.
4. Участок дороги, состоящий из двух линий, соединенных вершиной, но имеющих разное количество полос в атрибутах. Это вызовет конфликт геометрии и атрибутики при построении 3D-модели.

2. В спецификации навигационных карт (например, в стандартах Navigation Data Standard - NDS) для сложных развязок используется понятие "Transition Roads" (соединительные ответвления, рампа). Чем топологически модель рампы (Ramp) отличается от обычного перекрестка при построении ГДД?

1. Рампа всегда имеет более высокий класс дороги (Road_Level), чем соединяемые магистрали, чтобы обеспечить приоритет проезда.
2. На рампе, в отличие от перекрестка, как правило, запрещены все повороты, кроме как продолжения движения по рампе, и она не прерывает линию основной дороги, соединяя разные уровни (Zlev).
3. Рампа моделируется как отдельный точечный объект (узел) в слое Multiroad, связывающий линии, а перекресток — как линейный объект.
4. В модели графа рампа — это ребро, имеющее атрибут Frontage = True, что сигнализирует навигатору о необходимости игнорировать на ней знаки "Stop".

3. Поля Zlev_F и Zlev_B используются для моделирования разноуровневых пересечений (эстакад, мостов, тоннелей). На перекрестке построена эстакада (линия A, Zlev_F=1, Zlev_B=1) над обычной дорогой (линия B, Zlev_F=0, Zlev_B=0). Линии пересекаются в плане, но не имеют общей вершины. Будет ли возможен поворот с эстакады на дорогу внизу в такой модели?

1. Да, если в точке пересечения создать общую вершину и обнулить значения Zlev для обеих линий в этой точке.
2. Да, система маршрутизации проигнорирует разные значения Zlev, так как важна только геометрия линий.
3. Нет, так как разные значения Zlev в сочетании с отсутствием соединяющего ребра (рампы или виртуального соединения) сигнализируют об отсутствии физической связи.
4. Да, если в поле Multiroad для линии A установлено значение True.

4. Вы получили аэрофотоснимки и данные мобильного лазерного сканирования (MLS) для создания 3D-модели местности под эстакадой. С какой основной проблемой вы столкнетесь при попытке использовать эти данные для создания текстуры (растровой подложки) для цифровой модели местности (ЦММ) под мостом?

1. Невозможность геопривязки данных MLS к аэрофотоснимкам из-за разных систем координат.
2. Наличие "мертвых зон" (теней) в данных MLS под мостом и отсутствие данных на аэрофотоснимке из-за перекрытия мостом, что создает пробелы в текстуре.
3. Слишком высокое разрешение снимков, которое приведет к переполнению памяти ГИС.
4. MLS создает облако точек, которое невозможно трансформировать в растровую текстуру.

5. При построении топологически корректного графа дорожной сети в ГИС (например, с использованием модуля Network Analyst) какая ситуация с геометрией линии и атрибутами Zlev приводит к ошибочной связности, когда два разноуровневых пересечения (например, мост и дорога под ним) считаются соединенными?

1. Линии пересекаются в плане, имеют одинаковые значения Zlev на пересечении (например, Zlev_F = Zlev_B = 0 у обеих) и не имеют общей вершины в точке пересечения.

2. Линии имеют разные значения Zlev, но пересекаются геометрически с общей вершиной.
3. Линии проходят рядом, но не пересекаются, имеют общую вершину и разные Zlev.
4. Линии пересекаются, имеют общую вершину, но Zlev_F первой линии =1, Zlev_B=1, а второй линии Zlev_F=2, Zlev_B=2.

6. Какая геометрическая характеристика линии дороги критически важна для построения корректной 3D-модели дорожного полотна в целях автономной навигации и позволяет корректно отображать профиль дороги на мостах и в тоннелях?

1. Длина линии.
2. Наличие M-координат (мер) вдоль линии.
3. Наличие Z-координат у каждой вершины линии (3D геометрия).
4. Азимут направления линии.

7. При моделировании сложной транспортной развязки типа «клеверный лист» (cloverleaf) в ГИС возникает проблема: петлевые рампы (съезды) пересекаются с основным ходом дороги на разных уровнях. Какой метод геометрического моделирования гарантирует корректную топологию и отсутствие ложных соединений?

1. Создание всех линий рамп и дорог в одном слое с одинаковыми значениями Zlev для всех объектов и последующее построение сети с настройкой «высота игнорируется».
2. Представление рамп и основных дорог отдельными линиями, которым присвоены разные значения Zlev для пересекающихся участков, при этом линии физически не разрываются в точках пересечения.
3. Разделение всех линий в точках пересечения на отдельные сегменты и удаление вершин в этих точках, чтобы линии не касались.
4. Использование только растровых данных для моделирования развязок без векторизации.

8. Какое требование к геометрии сегментов дорожной сети предъявляется для возможности построения плавных траекторий движения (кривых) в системах ADAS, помимо полилинейного представления?

1. Линии должны быть представлены только прямыми отрезками для упрощения вычислений.
2. Линии должны содержать информацию о кривизне (curvature) как атрибут, либо должны моделироваться с помощью сплайнов или дуг окружностей, аппроксимирующих реальную геометрию дороги.
3. Линии должны быть ориентированы строго с севера на юг или с запада на восток для привязки к глобальным координатам.
4. Линии не должны содержать Z-координат, чтобы избежать путаницы в вертикальном профиле.

Тема 2.2. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 2. Атрибутивная информация.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой атрибут слоя дорог (roads) определяет возможность и направление движения по сегменту?

1. Road_Level (класс дороги).
2. Oneway (одностороннее движение). Обычно принимает значения: «FT» (только по направлению цифровки), «TF» (против направления), «N» (двустороннее).
3. Paved (тип покрытия).
4. Lanes_F (количество полос).

2. Атрибут Spdlimit_F и Spdlimit_B задает:

1. Среднюю скорость потока в час пик.
2. Максимальную разрешенную скорость движения (ограничение) в прямом и обратном направлении.
3. Рекомендуемую скорость для грузовиков.
4. Максимальную скорость, зафиксированную камерами.

3. Вы создаете набор сетевых данных для исторического центра города. Вам необходимо смоделировать ситуацию, когда движение по улице полностью перекрыто на время фестиваля (с 10:00 до 22:00 в субботу). Какой механизм ArcGIS Network Analyst наиболее корректен для моделирования этого временного ограничения без изменения исходных данных?

1. Создать слой gates (перекрытые участки) как точечные барьеры типа "Restriction" с указанием времени их действия в атрибуте TimeDomain.
2. Использовать слой rturns (повороты), запретив все маневры, ведущие на этот участок, на заданный период.
3. Создать в наборе сетевых данных атрибут ограничения на основе поля CONSTR в слое дорог и задать для него временной профиль с помощью наращиваемых атрибутов (Evaluators) с типом "Field" и выражением, учитывающим время.
4. Временно удалить соответствующие ребра (edges) из класса пространственных объектов, решить задачу, а затем восстановить их через сеанс редактирования.

4. В поле Road_Level классификатора дорог согласно международным стандартам (например, MapInfo RDR) автомагистрали (Motorway) и скоростные дороги обычно имеют наименьший номер уровня (например, 1 или 0). Какова логика такого присвоения?

1. Чем меньше номер, тем выше статус дороги и тем больший приоритет она имеет при построении маршрута (выше скорость, меньше штрафов).
2. Номер уровня прямо пропорционален физической ширине дороги в метрах, поделенной на 10.
3. Номер уровня соответствует иерархии в графе: дороги уровня 1 образуют основной каркас (backbone), а дороги уровня 5 — это локальные проезды, которые используются только для "последней мили".
4. Номер уровня исторически привязан к цвету отображения дороги на растровых картах.

5. Вы заполняете поле Spdlimit_F (ограничение скорости вперед) для трассы, проходящей через город. На участке длиной 500 метров действует ограничение 40 км/ч из-за наличия школы, хотя на остальной части трассы 90 км/ч. Как корректно смоделировать эту ситуацию?

1. Разбить исходную линию трассы на две (до школы и после школы) и отдельным сегментом оцифровать участок у школы, присвоив ему скорость 40 км/ч.
2. Оставить линию целой, но в поле Spdlimit_F записать значение 40, так как ограничения складываются.
3. Создать точечный барьер в середине участка со школой, который временно снижает скорость до 40.
4. Использовать поле Constr и связать его с событием, которое срабатывает только в определенные часы.

6. В поле Lanes_F (количество полос вперед) и Lanes_B (количество полос назад) вы видите значения 3 и 3. Ширина дороги, судя по снимку, позволяет разместить 6 полос. Однако на местности установлен знак "Направление движения по полосам", согласно которому одна из полос в направлении "F" стала реверсивной и работает в зависимости от времени суток. Как корректно отразить это в модели данных для построения набора сетевых данных?

1. Значения в Lanes_F и Lanes_B менять нельзя. Для реверсивной полосы необходимо создать отдельный слой (линию) и связать его с основным с помощью атрибута Multiroad, а затем с помощью временных профилей управлять доступностью этого дополнительного слоя.
2. Установить Lanes_F = 2.5 и Lanes_B = 2.5, чтобы среднее значение сохранилось.
3. Проигнорировать этот факт, так как реверсивное движение — редкое исключение.
4. Внести изменеЗначения в Lanes_F и Lanes_B менять нельзя. Для реверсивной полосы необходимо создать отдельный слой (линию) и связать его с основным с помощью атрибута Multiroad, а затем с помощью временных профилей управлять доступностью этого дополнительного слоя.ние в поле Oneway, установив значение "FT" в утренние часы и "B" в вечерние.

7. Поле Circular_M (признак кругового движения) маркирует кольцевые пересечения. Почему кольцо нельзя моделировать просто как набор пересекающихся линий с общими вершинами на перекрестках?

1. Потому что на кольце действуют особые правила приоритета (помеха справа на кольце в России, но не во всех странах), и машина может двигаться по нему бесконечно долго, если не задать правила въезда/съезда через атрибуты поворотов.
2. Потому что линии на кольце всегда должны быть замкнуты в отдельный полигон.
3. Потому что на кольце запрещены остановка и стоянка, что должно быть отражено в атрибутах.
4. Потому что для расчета пропускной способности кольца необходимо использовать отдельный модуль Traffic Simulation, а не Network Analyst.

8. Вы создаете навигационную карту для электромобилей. Какой новый атрибут (поле), помимо стандартных (Spdlimit, Oneway), должен быть обязательно добавлен к слою дорог для эффективной маршрутизации с учетом запаса хода?

1. Поле MaxAltitude для учета расхода энергии при подъеме.
2. Поле Charge_Type и Connector для указания типов зарядных станций, связанных с сетью как точечные объекты.
3. Поле Road_Noise, чтобы выбирать более тихие маршруты в ночное время.
4. Поле Payment_Method, указывающее на способ оплаты проезда (платные дороги).

9. При импорте данных из OpenStreetMap (OSM) в формат слоя дорог roads вашей модели, вы сталкиваетесь с тегом highway=pedestrian, который относится к пешеходной зоне. В вашей модели автомобильной навигации этому тегу нет прямого соответствия. Какое поле и значение из приведенного ниже списка следует заполнить для такого объекта, чтобы он НЕ использовался при построении маршрута для автомобиля по умолчанию, но мог использоваться для пешеходного?

1. Установить Road_Level = 5 (самый низкий приоритет) и надеяться, что алгоритм его проигнорирует.
2. Установить Navi_Type = 'Pedestrian' и в настройках сетевого анализа добавить этот тип в список исключений (Restrictions) для автомобильного профиля.
3. Установить Spdlimit_F = 5 км/ч, чтобы стоимость проезда была огромной.
4. Установить Oneway = 'FT' и удалить геометрию, чтобы объект не участвовал в расчетах.

Тема 2.3. Создание слоя единого графа дорожного движения. Часть 3. Вспомогательные слои и таблицы.

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какой слой используется для моделирования запрещенных или разрешенных маневров на перекрестках (например, запрет левого поворота)?

1. Слой roads.
2. Слой gates.
3. Слой rturns.
4. Слой poi.

2. Какое назначение у слоя gates в навигационной модели?

1. Хранение информации о платных участках дорог.
2. Моделирование временных или постоянных перекрытий движения.
3. Указание въездов во дворы.
4. Обозначение железнодорожных переездов.

3. Какой тип сетевого анализа позволяет найти ближайший к точке вызова объект (например, ближайшую аптеку) с учетом времени в пути?

1. Поиск оптимального маршрута (Route).
2. Поиск ближайшего объекта (Closest Facility).
3. Расчет зон обслуживания (Service Area).
4. Матрица стоимости "от-до" (OD Cost Matrix).

4. В модели данных навигационной карты для модуля Network Analyst поле Oneway (одностороннее движение) имеет текстовый домен значений. В каком случае значение Oneway = "FT" (From-To) эквивалентно значению Oneway = "B" (Backward) при изменении направления оцифровки линии?

1. Никогда, так как "FT" и "B" описывают абсолютно разные направления движения относительно цифрования.
2. Если направление цифровки линии в ГИС изменить на противоположное (Reverse), то для сохранения того же физического смысла (например, движение на север) значение "FT" должно быть заменено на "TF", а не на "B".
3. Если направление цифровки линии в ГИС изменить на противоположное, значение "FT" автоматически интерпретируется системой как "B" при перестроении сетевого набора данных.
4. Только если линия представляет собой тоннель или мост, где направление не зависит от геометрии.

5. При создании слоя ограничения движения rturns вы моделируете перекресток, где запрещен левый поворот с улицы A на улицу B. Какой тип геометрии и атрибутики должен быть у этого объекта в классической модели ArcGIS?

1. Линейный объект, соединяющий центроиды перекрестка с указанием стоимости проезда = -1 (бесконечность).
2. Точечный объект в центре перекрестка с атрибутами, перечисляющими все разрешенные маневры.
3. Линейный объект, который рисуется как дуга, соединяющая линии A и B, соединяя их в точке пересечения, с атрибутом, указывающим тип ограничения (запрет).
4. Полигональный объект, покрывающий площадь перекрестка, с правилами для каждой пары въезд-выезд.

6. Вы используете снимки высокого разрешения (WorldView-4, 30 см) для векторизации слоя дорог roads и заполнения поля Paved (тип покрытия). Какой метод дешифрирования позволит с наибольшей достоверностью отличить асфальтобетонное покрытие от грунтовой дороги в лесной местности в автоматизированном режиме?

1. Визуальное дешифрирование по прямым признакам (цвет, тон) для каждого сегмента дороги.
2. Использование панхроматического изображения и расчет вегетационного индекса NDVI вдоль оси дороги. Низкие значения NDVI укажут на асфальт (отсутствие растительности), высокие — на грунтовку с растительностью или обочину.
3. Классификация мультиспектрального изображения с обучением на эталонах (Maximum Likelihood Classification) и последующая пространственная фильтрация результатов.
4. Использование данных радарной интерферометрии (InSAR) для оценки шероховатости поверхности.

7. В чем ключевое отличие модели данных для пешеходной навигации от автомобильной навигации в контексте ГИС?

1. В пешеходной навигации не учитываются поля Oneway и Spdlimit, но добавляется возможность движения по "недоротам" (тропам, лестницам) и важна отбраковка движения по автомагистралям.
2. В пешеходной навигации используется трехмерный граф (3D Network) для учета перемещения по этажам зданий, мостам и тоннелям, что в автомобильной навигации обычно опционально.
3. В пешеходной навигации вместо стоимости проезда по времени используется стоимость проезда в калориях.
4. Для пешеходной навигации используют растровые модели стоимости проезда (Cost Distance), а для автомобильной — только векторные графы.

8. В навигационных картах для моделирования запрещённых манёвров на перекрёстках используется таблица поворотов (Turn Table). Какое минимальное количество записей в таблице поворотов потребуется для описания перекрёстка, где сходятся три дороги (A, B, C, и разрешены все повороты, кроме поворота с дороги A на дорогу C (запрещён), при этом развороты на перекрёстке также запрещены (разворот трактуется как манёвр с въезда на дорогу и выезда на ту же дорогу)?

1. Одна запись (запрет A→C).
2. Три записи: запрет A→C, а также запреты двух разворотов (A→A и B→B, но разворот с C не требует запрета, так как C не участвует в запрещённом повороте.
3. Четыре записи: запрет A→C, а также запреты разворотов на всех трёх подходах (A→A, B→B, C→C).
4. Шесть записей (все возможные комбинации вход–выход с отметкой разрешён/запрещён).

Раздел 3. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.
Контролируемые ИДК: ПК-2.2

Тема 3.1. Модуль Network Analyst. Задачи, принципы работы.
Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет
Контролируемые ИДК: ПК-2.2
Вопросы/Задания:

1. История навигационных карт

2. Основные особенности автомобильных навигационных карт

3. Основные понятия теории графов

4. Задача Эйлера о семи мостах. Задача коммивояжера.

5. Применение теории графов в различных областях науки

6. Что такое сетевой набор данных и особенности его применения

7. Применение графов дорожного движения при создании навигационных карт

8. ArcGIS. Основные модули и начало работы

9. Инструментарий ArcGIS. Создание баз данных, таблиц, слоев.

10. Методика создания графа дорожного движения в ArcGis

11. Дополнительные возможности ArcGIS. Запросы, выборки, выделения

12. Алгоритм рассчета оптимального маршрута с использованием набора сетевых данных.

13. Особенности создания слоя ограничения движения «rturns»

14. Особенности создания слоя перекрытых участков дорог «gates»

15. Особенности создания слоя дорог «roads»

16. Особенности заполнения атрибутики слоя дорог «roads»

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Лайкин В. И. Геоинформатика: учебное пособие / В. И. Лайкин, Г. А. Упоров. - Геоинформатика - Комсомольск-на-Амуре, Саратов: Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, Ай Пи Ар Медиа, 2019. - 162 с. - 978-5-85094-398-1, 978-5-4497-0124-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/86457.html - Режим доступа: по подписке

2. Цветков В.Я. Общая и прикладная геоинформатика : Учебник / В.Я. Цветков, И.И. Лонский, С.В. Булгаков. - МАКС Пресс, 2021. - 200 с. : ил. - 978-5-317-06594-2. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Березовская Е. А. Теория и практика построения и применения сетей и графов: учебное пособие / Е. А. Березовская, С. В. Крюков. - Теория и практика построения и применения сетей и графов - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2023. - 115 с. - 978-5-9275-4427-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/135662.html - Режим доступа: по подписке

2. Сагадеева М. А. Теория графов: учебное пособие / М. А. Сагадеева. - Теория графов - Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. - 143 с. - 978-5-4486-0679-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/81497.html - Режим доступа: по подписке

3. Специальные разделы теории графов: учебное пособие / Л. А. Гладков, Н. В. Гладкова, В. В. Курейчик, В. М. Курейчик. - Специальные разделы теории графов - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 111 с. - 978-5-9275-2779-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/87761.html - Режим доступа: по подписке

4. Колесенков А. Н. ГИС ArcGIS: лабораторный практикум: учебное пособие / А. Н. Колесенков, Н. В. Акинина. - Рязань: РГРТУ, 2020. - 56 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/168289 - Режим доступа: по подписке

5. Князьков В. С. Введение в теорию графов: учебное пособие / В. С. Князьков, Т. В. Волченская. - Введение в теорию графов - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2025. - 76 с. - 978-5-4497-0917-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/146341.html - Режим доступа: по подписке

6. Прикладные аспекты теории графов: учебное пособие / В. В. Печенкин, М. С. Королёв, Л. В. Дороднова, Е. Ю. Каликинская. - Прикладные аспекты теории графов - Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2024. - 92 с. - 978-5-7433-3633-3. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/147707.html - Режим доступа: по подписке

7. Болотюк В. А. Практикум и индивидуальные задания по элементам теории графов (типовые расчеты) / В. А. Болотюк, Л. А. Болотюк. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 152 с. - 978-5-8114-8762-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/200360 - Режим доступа: по подписке

8. Зырянов В. В. Архитектура интеллектуальных транспортных систем = Intelligent Transport Systems' Architecture: учебное пособие / В. В. Зырянов, А. А. Феофилова. - Архитектура интеллектуальных транспортных систем = Intelligent Transport Systems' Architecture - Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. - 76 с. - 978-5-7890-2121-7. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/144919.html - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

1. https://cntd.ru/ - Информационная сеть «Техэксперт»

Ресурсы «Интернет»

1. 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

Интерактивная панель - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо на основе усвоенного лекционного материала своевременно выполнять практические задания 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.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:
- Работа над конспектом лекции;
- Подготовка к практическому занятию;
- Подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- Самостоятельное изучение отдельных тем;
- Выполнение расчётно-графической работы;
- Подготовка к зачёту.

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.