

Программа учебной дисциплины «Методы пространственного анализа»

Утверждена
Академическим советом ООП
«__» _____ 2019 г.

Автор	Гончаров Р.В., к.г.н., доцент Высшей школы урбанистики имени А.А. Высокоского, Академический руководитель ОП Управление пространственным развитием городов Автор онлайн-дисциплины: Карпов А.Д.
Число кредитов	4
Контактная работа (час)	64 / 56 ¹
Самостоятельная работа (час)	88 / 96
Курс, Образовательная программа	1 курс магистратуры, ОП «Управление пространственным развитием городов» / ОП «Транспортное планирование»
Формат изучения дисциплины	С использованием онлайн курса (ссылка на онлайн курс: https://stepik.org/course/76/) / Без использования онлайн курса

1. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

В современном городе ежедневно генерируются огромные массивы разнородных данных: от показаний счетчиков электричества и обращений жителей в городскую администрацию до поисковых запросов горожан и их ежедневных перемещений. В основе любых управленческих решений, принимаемых в современном городском планировании, лежит комплексный и междисциплинарный анализ всего объема доступной информации по изучаемой территории – от агломерации до отдельного квартала. Анализ всей совокупности информации открывает новые возможности и позволяет использовать оптимальные и гибкие подходы в сфере управления городским развитием. На обучение слушателей основам работы с подобными – локализованными в пространстве – данными, основам их получения, обработки, анализа и визуализации и направлен данный курс.

Целями освоения дисциплины «Методы пространственного анализа» являются:

- дать студентам систематизированное представление об основах пространственного анализа, базирующегося на традиционных картографических и на современных геоинформационных методах исследования;
- научить студентов базовым навыкам работы с современными геоинформационными системами (ГИС).

Задачи дисциплины – в результате ее освоения студент должен:

Знать:

¹ Здесь и далее через «слеш» (« / ») указываются данные для ОП «Управление пространственным развитием городов» и «Транспортное планирование» соответственно.

- Основы картографии;
- Картографические способы изображения;
- Математические принципы построения картографических изображений, наиболее востребованные системы координат и проекции, типы искажений;
- Основные источники данных для составления картосхем (в том числе социально-экономической тематики) и способы их обработки;
- Этапы проектирования, составления и редактирования картосхем, особенности компоновки;
- Фундаментальные понятия геоинформатики и методы представления и организации пространственных данных;
- Принципы работы геоинформационных систем (ГИС);
- Существующие базовые методы пространственного анализа в ГИС;
- Основной функционал пакета Microsoft Excel²;
- Знать основы статистики², в том числе:
 - понятие генеральной совокупности и выборки;
 - понятие и свойства нормального распределения;
 - центральную предельную теорему;
 - понятие статистической значимости и статистического вывода;
 - понятие тестирования гипотез;
 - понятие корреляции;
 - понятие статистической модели;
 - основы регрессионного анализа.

Уметь:

- Ориентироваться на современном рынке геоинформационных продуктов;
- Разрабатывать картографическую основу и тематическое содержание картосхем;
- Оценивать достоверность и актуальность источников информации;
- Создавать законченные картографические произведения, используя различные источники данных, в среде ArcGIS 10.1+ и/или QGIS 2.18+;
- Работать с различными типами данных, обрабатывать векторную и растровую информацию в ArcGIS 10.1+ и/или QGIS 2.18+, редактировать пространственные и связанные с ними атрибутивные данные;
- Создавать и на базовом уровне администрировать базы геоданных;
- Реализовывать основные методы пространственного анализа (расчет геометрических характеристик, анализ наложения, расчет буферных зон, построение растровых поверхностей) в среде ArcGIS 10.1+ и QGIS 2.18+;
- Определять надежность проведенного анализа;
- Выполнять привязку и оцифровку растровых данных;
- Определять пространственные закономерности по картографическим материалам;
- Получать необходимые для прикладных задач выводы с полученных картографических изображений;
- Выполнять базовый анализ данных в среде Microsoft Excel²;
- Собирать и обосновывать выборку своего исследования²;
- Анализировать особенности распределений на основе подходящих критериев²;

² только для ОП «Управление пространственным развитием городов»

- Сравнивать распределения, используя свойства нормального распределения²;
- Создавать и интерпретировать статистические модели²;
- Выполнять базовый статистический анализ в среде Microsoft Excel³.

Владеть навыками:

- Разработки инструментария для обработки и анализа пространственных данных для решения исследовательской задачи;
- Выбора методов и стратегий анализа данных при помощи инструментов статистики³;
- Интерпретации статистических моделей и результатов пространственного анализа³;
- Верификации полученных результатов.

Для ОП «Управление пространственным развитием городов» дисциплина является базовой (в рамках цикла дисциплин программы), обязательной, реализуется с использованием онлайн курса.

Для ОП «Транспортное планирование» дисциплина входит в блок адаптационных, призвана выравнять входящие навыки и компетенции слушателей, является вариативной, но рекомендованной к освоению всеми поступившими студентами, реализуется с использованием онлайн курса.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Базовыми навыками компьютерной грамотности, включая умение работать с архивами, с электронными таблицами, с файлами и папками;
- Базовыми знаниями о географии из школьного курса;

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для ОП «Управление пространственным развитием городов»:

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	лк		
	см		
	онл/ср		
Тема 1. Пространственные данные. Фундаментальные понятия картографии и геоинформатики	4	– Оперировать терминологическим аппаратом, достаточным для понимания специализированной литературы	– Практические задания (в рамках практической части курса) – Домашнее задание
	0		
	4		
Тема 2. Математическая основа карт. Картографические способы изображения. Картографическая генерализация	8	– Знает принципы математической основы карт; – Знает и может описать существующие способы моделирования поверхности Земли; – Понимает принципы организации систем координат и проекций; – Знает факторы выбора проекции для анализа, понимает сущность искажений;	– Практические задания (в рамках практической части курса) – Домашнее задание
	0		
	8		

³ только для ОП «Управление пространственным развитием городов»

		<ul style="list-style-type: none"> - Знает картографические способы изображения, правила и ограничения их использования; - Применяет графические переменные для построения систем условных знаков; - Понимает сущность картографической генерализации, факторы и основные алгоритмы 	
Тема 3. Источники пространственных данных. Типы данных в ГИС	0	<ul style="list-style-type: none"> - Знает существующие типы пространственных данных; - Понимает принципы обработки различных типов пространственных данных для их использования в ГИС; - Знает ключевые банки открытых пространственных данных и умеет выгружать данные из них; - Знает принципы работы с пространственными данными в ГИС; - Понимает модульность внутренней организации ГИС (на примере ArcGIS 10.1+ и/или QGIS 2.18+) 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания (в рамках практической части курса) - Домашнее задание
	4		
	16		
Тема 4. Основы пространственного анализа и обработки пространственных данных	0	<ul style="list-style-type: none"> - Умеет загружать пространственные данные в ГИС, настраивать визуализацию слоев; - Умеет работать с проекциями и системами координат; - Знает используемые в ГИС схемы интервального разбиения выборки в целях отображения, умеет импортировать схемы разбиения; - Умеет разрабатывать и компоновать итоговые картосхемы, в том числе включающие несколько картографических изображений; - Умеет работать с географическими надписями; - Умеет привязывать растровые изображения и обладает навыками по их векторизации; - Умеет создавать и редактировать новые классы пространственных данных; - Знает принципы геообработки и ключевые инструменты геообработки, умеет адекватно использовать их в своей работе; - Знает базовые методы пространственного анализа, понимает способы верификации результатов расчетов; - Осваивает новые – типовые – инструменты геообработки и анализа; 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания - Домашнее задание
	40		
	30		

		<ul style="list-style-type: none"> - Умеет разрабатывать инструментарий для анализа пространственных данных исходя из задач исследования; - Применяет картографический метод исследования 	
Тема 5. Основы статистики	2	<ul style="list-style-type: none"> - Знает базовый функционал пакета Microsoft Excel; - Ориентируется в терминологическом аппарате статистики, знает ключевые понятия; - Умеет проводить проверку гипотез; - Умеет применять статистические модели для анализа данных; - Умеет обрабатывать данные для дальнейшего использования в ГИС; - Знает возможности пакета по анализу данных в ПО Microsoft Excel и умеет применять его инструменты для статистического анализа. 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания (в рамках практической части курса) - Тесты в рамках онлайн курса - Итоговое задание по статистике
	6		
	30		
Часов по видам учебных занятий:	14		
	50		
	88		
Итого часов:	152		

Для ОП «Транспортное планирование»

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	лк		
	см		
	онл/ср		
Тема 1. Пространственные данные. Фундаментальные понятия картографии и геоинформатики	4	<ul style="list-style-type: none"> - Оперировать терминологическим аппаратом, достаточным для понимания специализированной литературы 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания (в рамках практической части курса) - Домашнее задание
	0		
	8		
Тема 2. Математическая основа карт. Картографические способы изображения. Картографическая генерализация	8	<ul style="list-style-type: none"> - Знает принципы математической основы карт; - Знает и может описать существующие способы моделирования поверхности Земли; - Понимает принципы организации систем координат и проекций; - Знает факторы выбора проекции для анализа, понимает сущность искажений; - Знает картографические способы изображения, правила и ограничения их использования; 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания (в рамках практической части курса) - Домашнее задание
	0		
	8		

		<ul style="list-style-type: none"> - Применяет графические переменные для построения систем условных знаков; - Понимает сущность картографической генерализации, факторы и основные алгоритмы 	
Тема 3. Источники пространственных данных. Типы данных в ГИС	0	<ul style="list-style-type: none"> - Знает существующие типы пространственных данных; - Понимает принципы обработки различных типов пространственных данных для их использования в ГИС; - Знает ключевые банки открытых пространственных данных и умеет выгружать данные из них; - Знает принципы работы с пространственными данными в ГИС; - Понимает модульность внутренней организации ГИС (на примере ArcGIS 10.1+ и/или QGIS 2.18+) 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания (в рамках практической части курса) - Домашнее задание
	4		
	30		
Тема 4. Основы пространственного анализа и обработки пространственных данных	0	<ul style="list-style-type: none"> - Умеет загружать пространственные данные в ГИС, настраивать визуализацию слоев; - Умеет работать с проекциями и системами координат; - Знает используемые в ГИС схемы интервального разбиения выборки в целях отображения, умеет импортировать схемы разбиения; - Умеет разрабатывать и компоновать итоговые картосхемы, в том числе включающие несколько картографических изображений; - Умеет работать с географическими надписями; - Умеет привязывать растровые изображения и обладает навыками по их векторизации; - Умеет создавать и редактировать новые классы пространственных данных; - Знает принципы геообработки и ключевые инструменты геообработки, умеет адекватно использовать их в своей работе; - Знает базовые методы пространственного анализа, понимает способы верификации результатов расчетов; - Осваивает новые – типовые – инструменты геообработки и анализа; - Умеет разрабатывать инструментарий для анализа пространственных данных исходя из задач исследования; 	<ul style="list-style-type: none"> - Практические задания - Домашнее задание
	40		
	50		

		- Применяет картографический метод исследования	
Часов по видам учебных занятий:	12		
	44		
	96		
Итого часов:	152		

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Пространственные данные. Фундаментальные понятия картографии и геоинформатики

Новейшие знания о городе. Данные в городских исследованиях.

История становления картографии как науки. Понятие о геоинформатике. Основные картографические дисциплины. Определение карты (картосхемы), ее критерии, элементы и свойства. Манипулятивные свойства картографического изображения. Современное состояние социально-экономического картографирования. Взаимодействие картографии и геоинформатики. Основные этапы проектирования и составления карт (понятие авторства в картографии). Существующие классификации карт.

Определение и задачи геоинформатики. Основные теоретические концепции в геоинформатике. Определение ГИС и двойность трактовки. Основные этапы развития ГИС. Карта / Картосхема как один из продуктов ГИС. Техническое и программное обеспечение ГИС – требования к ПО, преобразования форматов данных, графическая визуализация информации, общая характеристика программных коммерческих ГИС-пакетов. Понятие о послойной организации данных. Понятие об источниках пространственных данных.

Тема 2. Математическая основа карт. Картографические способы изображения. Картографическая генерализация

Математическая картография. Математическая основа карт – обобщенное понятие о геодезических и прямоугольных системах координат; теоретические основы проекций (базовые проекции и методы их распознавания, классификация проекций, принципы выбора проекций для решения различных картографических задач). Типы искажений и их природа. Классификация проекций по характеру искажений. Координатные сетки. Классификация проекций по виду нормальной картографической сетки. Работа с различными системами координат и проекциями в ArcGIS 10.1+ и QGIS 2.18+, совместимость данных с различной географической привязкой. Выбор оптимальной проекция для визуализации и проведения расчетов.

Картографическая семиотика. Картографические способы изображения (значки, линейные знаки, изолинии и псевдоизолинии, качественный и количественный фон, ареалы, знаки движения и т.д.). Выбор способа изображения для того или иного явления. Применение картографических способов изображения в ArcGIS 10.1+ и QGIS 2.18+. Компонировка и редакционная подготовка картографических произведений. Принципы визуализации пространственных данных.

Картографическая генерализация – сущность, виды и факторы. Виды генерализации. Географические принципы генерализации; генерализация объектов разной локализации. Проблемы автоматизированной генерализации и мультимасштабного картографирования.

Тема 3. Источники пространственных данных. Типы данных в ГИС

Обзор различных источников картографических данных (картографические источники, материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), экономические данные, текстовые источники).

Представление и организация географической информации в базах данных ГИС (в т.ч. в базах геоданных). Типы и источники пространственных данных, понятие о векторных и растровых данных, понятие о ДЗЗ. Основные форматы данных, преобразования форматов. Качество данных и контроль ошибок (типы ошибок в данных и их источники, позиционная точность данных, точность атрибутивных данных, логическая непротиворечивость, полнота). Особенности интеграции разнотипных данных. Совмещение пространственных и табличных данных. Операции с растровыми и векторными данными. Проблема геопривязки растровых данных. Создание новых классов пространственных данных.

Знакомство с пространственными данными в среде ArcGIS 10.1+ и QGIS 2.18+ – интерфейс, различные способы отображения информации, построение простейших изображений. Работа в режиме данных и режиме компоновки. Форматы данных и их совместимость с другими программными пакетами.

Тема 4. Основы пространственного анализа и обработки пространственных данных

Методы использования карт – картографический метод исследования, система приемов анализа карт. Описания по картам, приемы математико-картографического моделирования. Способы работы с картами – изучение структуры, взаимосвязей, динамики.

Методы пространственного анализа и их реализация в ГИС. Классификация объектов, исследование взаимосвязей объектов. Фильтрация данных по атрибутивной информации. Анализ наложения, выбор объектов по пространственным критериям, построение запросов. Создание буферных зон, расчет геометрических характеристик объектов, тематическое согласование слоев. Понятие об интерполяции и анализе плотности. Использование методов пространственного анализа в комплексных городских исследованиях.

Визуализация пространственных данных. Методы интервального разбиения выборки.

Тема 5. Основы статистики⁴

Генеральная совокупность и выборка. Понятие репрезентативности. Типы переменных.

Меры центральной тенденции - среднее, мода, медиана. График Box-Plot и его интерпретация. Математическое ожидание. Меры изменчивости- Вариационный размах, дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Понятие статистических выбросов и связанные с ними проблемы анализа данных.

Понятие функций распределения и плотности, существующие примеры и их характеристики. Гистограммы частот. График плотности распределения и функции распределения. Центральная предельная теорема и ее свойства.

Стандартное нормальное распределение. Правило трех сигм. Понятие z-стандартизации и ее роль в анализе данных. Проверка распределения на нормальность. График Q-Qplot. Понятие доверительного интервала для среднего. Статистические гипотезы и их проверка. Понятие р-уровня значимости и его интерпретация. T- распределение (распределение Стьюдента) и его свойства. Понятие степеней свободы. Сравнение средних двух групп. T-критерий Стьюдента, условия его применения и интерпретация. F-критерий (распределение Фишера) и его интерпретация.

Понятие корреляции. Диаграмма рассеяния. Оценка силы и направления связи между признаками. Ложная корреляция. Коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена, условия их применения и интерпретация.

⁴ только для ОП «Управление пространственным развитием городов»

Понятие линейной регрессии. Регрессия с одной независимой переменной. Метод наименьших квадратов и его применение в регрессионном анализе. Вид уравнения регрессии и его интерпретация. Коэффициент детерминации и его интерпретация в регрессионной модели. Условия применения одномерного регрессионного анализа. Задача предсказания значений зависимой переменной в регрессионном анализе. Множественная линейная регрессия. Уравнение множественной линейной регрессии и его интерпретация. Проверка на мультиколлинеарность и ее роль в множественном регрессионном анализе. Понятие кластерного анализа и его специфика

Пакет «Анализ данных» в среде Microsoft Excel.

- понятие генеральной совокупности и выборки;
- понятие и свойства нормального распределения;
- центральную предельную теорему;
- понятие статистической значимости и статистического вывода;
- понятие тестирования гипотез;
- понятие корреляции;
- понятие статистической модели;
- основы регрессионного анализа.

3. ОЦЕНИВАНИЕ

Практические занятия (по ГИС)

На 8 практических занятиях в компьютерном классе студентам предлагаются для выполнения практические задания для освоения разделов курса. За каждое задание студенту ставится оценка по 10-балльной шкале, критерии оценки могут варьировать в зависимости от содержания конкретного задания. Результатом каждого задания является графическое изображение, самостоятельно созданное студентом и сданное в срок через систему LMS. Если по каким-либо причинам какое-либо задание не отработано студентом, он имеет возможность его выполнить дома или в рамках специального занятия по отработке материала. Устанавливается предельный срок сдачи практических заданий – не позднее 10 дней с момента его выдачи. За сдачу задания позже этого срока оценка за соответствующее задание снижается в соответствии со следующей схемой:

- сдача в срок (до 10 дней после выдачи) – макс. оценка «10 баллов»;
- сдача с опозданием до 24 дней (от 11 до 24 дней после выдачи) – макс. оценка «8 баллов»;
- сдача с опозданием свыше 24 дней (от 24 дней после выдачи до начала экзаменационной сессии) – макс. оценка «6 баллов»;

Итоговая работа (по основам статистики)⁵

В качестве итоговой работы слушателям предлагается обработать и статистически проанализировать выгрузку базы данных из муниципальной статистики. В ходе работы необходимо предоставить отчет по выполнению следующих операций (может быть уточнен преподавателем):

- нормализация анализируемых показателей;
- построение частотных гистограмм;
- статистическая проверка показателей на нормальность, построение диаграмм Q-Q plot для нормально распределенных;
- проверка гипотезы, нахождение доверительных интервалов;

⁵ только для ОП «Управление пространственным развитием городов»

- вычисление коэффициента корреляции;
- построение диаграмм рассеяния;
- построение линейной регрессионной модели.

Домашнее задание

В начале 2 модуля (ориентировочно на 9-й неделе практической части курса⁶) студентам предлагается домашнее задание. Его цель – самостоятельное создание картосхемы⁷ на основе собранных данных по тематике научной деятельности студента (либо любой другой, выбранной студентом). В задачи входит разработка методики сбора, обработки и визуализации материала, непосредственно сбор статистических и пространственных данных, их визуализация с помощью ГИС с компоновкой итогового графического изображения. Для выполнения домашнего задания в учебном плане предусмотрено одно занятие в компьютерном классе. По итогам проделанной работы студент презентует созданную картосхему на отдельном занятии. В ходе обязательной презентации (продолжительностью не более 5 минут) студенту необходимо охарактеризовать следующие обязательные аспекты домашнего задания:

- источники картографических данных;
- процесс составления картосхемы (обработка и анализ данных и описание методики расчетов, если применимо);
- использованные способы картографического изображения.

На выполнение домашнего задания отводится не менее 2 недель.

Экзамен

Оценки на экзамене выставляются по 10-балльной шкале. Оценка складывается из оценки выполнения итогового задания по построению картосхемы на предложенную тему и результатов проведения анализа на основе предоставленных пространственных данных. Основными требованиями являются четкое выполнение поставленной расчетной задачи (получение правильного ответа) и оформление итогового материала согласно пройденным в рамках курса правилам оформления картосхем.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Все оценки выставляются по 10-ти балльной шкале следующим образом:

- 10 – блестяще
- 9 – отлично
- 8 – почти отлично
- 7 – очень хорошо
- 6 – хорошо
- 5 – весьма удовлетворительно
- 4 – удовлетворительно
- 3 – плохо
- 2 – очень плохо
- 1 – неудовлетворительно

2. Результирующая оценка по дисциплине складывается из оценок за:

- Текущую работу;
- Прослушивание онлайн-курса по основам статистики и выполнение итогового задания⁸;

⁶ Конкретные сроки могут быть изменены по решению преподавателя в зависимости от конфигурации расписания и выполнения студентами практических заданий.

⁷ включающей не менее 2 тематических слоев (за исключением слоев картографической основы)

- Работу на экзамене.

3. Оценка за текущую работу $O_{\text{текущая}}$ складывается из следующих компонентов:

- выполнение в срок всех практических заданий;
- выполнение в срок домашнего задания;

4. Оценка за текущую работу определяется по формуле:

$$O_{\text{текущая}} = 0,1 * ПЗ_1 + 0,1 * ПЗ_2 + \dots + 0,1 * ПЗ_8 + 0,2 * ДЗ$$

где:

ПЗ – оценка за практическое задание;

ДЗ – оценка за домашнее задание;

5. Оценка за блок по статистике⁸ (Тема 5) определяется по формуле:

$$O_{\text{стат.}} = 0,4 * O_{\text{онлайн}} + 0,6 * O_{\text{ИР}}$$

где:

$O_{\text{онлайн}}$ – оценка за онлайн курс (пропорционально оценке итогового сертификата с пересчетом процентов в десятибалльную шкалу с округлением согласно математическим правилам);

$O_{\text{ИР}}$ – оценка за итоговую работу

6. Результирующая оценка по дисциплине определяется по формуле:

Для ОП «Управление пространственным развитием городов»:

$$O_{\text{результир.}} = 0,6 * O_{\text{текущая}} + 0,3 * O_{\text{экзамен}} + 0,1 * O_{\text{стат.}}$$

где:

$O_{\text{экзамен}}$ – оценка за работу на экзамене;

$O_{\text{стат.}}$ – оценка за прохождение части по основам статистики.

Для ОП «Транспортное планирование»:

$$O_{\text{результир.}} = 0,7 * O_{\text{текущая}} + 0,3 * O_{\text{экзамен}}$$

где:

$O_{\text{экзамен}}$ – оценка за работу на экзамене;

6. Для подсчета результирующей оценки используются стандартные правила округления (до 0,5 баллов оценка округляется в меньшую сторону, после 0,5 включительно – в большую). На промежуточных этапах расчета текущей оценки могут использоваться десятичные значения – однако, финальная оценка за текущую работу округляется согласно стандартным правилам округления. При этом результирующая оценка **ниже 4 баллов не округляется до 4-х**. Например, если она составляет 3,8 балла, то это означает, что студент не перешел рубеж, необходимый для получения удовлетворительной оценки, и ему выставляется неудовлетворительная отметка «3» по 10-балльной шкале.

⁸ только для ОП «Управление пространственным развитием городов»

7. Пример расчета результирующей оценки⁹:

$$O_{\text{текущая}} = 7$$

$$O_{\text{экзамен}} = 5$$

$$O_{\text{стат.}} = 7$$

$$O_{\text{результир.}} = 0,6 * 7 + 0,3 * 5 + 0,1 * 7 = 6,4 = 6 \quad (\text{с учетом округления})$$

В случае возникновения спорных ситуаций на экзамене студенту может быть предложена беседа по теоретической части курса.

4. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Блокирующие элементы в рамках дисциплины не предусмотрены.

Примерные темы практических заданий (по ГИС):

1. Создание картосхемы населения города
2. Картографирование динамики явлений
3. Крупномасштабное картографирование элементов городской среды
4. Привязка и векторизация растровых данных
5. Расчет зон пешей доступности
6. Анализ плотности дорожной сети
7. Создание растровых наборов данных (анализ плотности, интерполяция).
8. Понятие о базах геоданных

Примеры задач на экзамене для оценки качества освоения практической части дисциплины:

1. Построение карты объема и структуры производства промышленности одного из федеральных округов России

Цель задания – разработать содержание и создать карту объема и структуры промышленного производства на территорию одного из федеральных округов РФ.

Источники – статистические данные промышленного производства по состоянию на определенный период времени по субъектам федерации, данные по численности населению картографируемого округа, цифровая картографическая основа OSM.

2. Карта оценки эффективности размещения магазинов

Цель задания – определение наиболее выгодных участков для размещения магазинов определенной специализации (например, продуктовых) исходя из текущей локализации конкурентов .

Источники – статистические данные, данные OSM

3. Анализ шумового загрязнения

Цель задания – проанализировать дальность шумового загрязнения от различных источников, рассчитать геометрические характеристики зон шумового загрязнения.

Источники – статистические данные, данные OSM.

5. РЕСУРСЫ

⁹ Пример расчета для ОП «Управление пространственным развитием городов», для ОП «Транспортное планирование» аналогично за исключением отсутствия оценки за блок по статистике

5.1. Основная литература:

1. Мхитарян, В. С. Статистика: учебник для бакалавров / В. С. Мхитарян, Т. Н. Агапова, С. Д. Ильенкова, и др.; Под ред. В. С. Мхитаряна. – М.: Юрайт, 2013. – 590 с. – (Сер. «Бакалавр». Базовый курс).
2. Seghrouchni, Amal El Fallah. Enablers for Smart Cities / John Wiley & Sons Incorporated. ISBN: 978-1-84821-958-8, 978-1-119-32995-4, 978-1-119-32998-5, 978-1-119-32999-2. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hselibrary-ebooks/detail.action?docID=4689108>

5.2. Дополнительная литература:

1. Stimmel, Carol L. Building Smart Cities: Analytics, ICT, and Design Thinking / CRC Press. ISBN: 978-1-4987-0276-8, 978-0-429-06814-0, 978-1-4987-0277-5. <https://library.books24x7.com/toc.aspx?bookid=74149>
2. Гончаров Р.В., Сапанов П.М., Яшунский А.Д. [Электронный ресурс] Метод «фото-GPS» для сбора полевых данных при исследовании городского пространства. Работы молодых исследователей, серия Вопросы экономической и политической географии зарубежных стран, Ойкумена Москва–Смоленск, том 20, с. 217-228. — <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/anniversary/docs/goncharov.pdf>

5.3. Программное обеспечение:

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	<i>Microsoft Windows 7 Professional RUS</i>	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2	<i>ArcGIS 10.1+</i>	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
3.	<i>QGIS 2.18+</i>	<i>Свободно распространяемое лицензионное соглашение/программное обеспечение</i>
4.	<i>Microsoft Office Professional Plus 2010</i>	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
5.	<i>LibreOffice/OpenOffice</i>	<i>Свободно распространяемое лицензионное соглашение/программное обеспечение</i>

5.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы):

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	<i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i>	

1.	https://library.books24x7.com	<i>Из сему ВШЭ</i>
2.	https://ebookcentral.proquest.com/lib/hselibrary-ebooks/	<i>Из сему ВШЭ</i>
3.	https://link.springer.com/book/	<i>Из сему ВШЭ</i>

5.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

- ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);
- мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены программным обеспечением ArcGIS 10.1+ и QGIS 2.18+ с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- 6.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- 6.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.
- 6.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.