ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**УТВЕРЖДЕНА**

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«24» июня 2025 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**
**«Транспорт большого города»**

**Направление подготовки:** *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

**Направленность (профиль) подготовки:** *Разработка*

**Квалификация (степень) выпускника:** *бакалавр*

**Форма обучения:** *очная*

**Срок освоения программы:** *4 года*

**Год набора:** *2025*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

**Москва**
**2025**

**Содержание**

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** ..... 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** ..... 4
3. **Тематический план** ..... 6
4. **Содержание дисциплины (модуля)** ..... 6
5. **Учебно-методическое обеспечение** ..... 7
6. **Материально-техническое обеспечение** ..... 7
7. **Методические и оценочные материалы** ..... 9

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Транспорт большого города» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Разработка», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Транспорт большого города» предоставляет фундаментальные инструменты для анализа транспортных систем мегаполисов и моделирования пассажирских потоков. Дисциплина охватывает ключевые теоретические и практические аспекты транспортного моделирования: от фундаментальных закономерностей и работы с данными до макро- и микромоделирования потоков.

**Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Разработка» и входит в вариативную часть Блока 1 формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 2, 3 или 4 курсе с 3 по 8 семестры на выбор.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование у обучающихся целостного представления о транспортном моделировании, а также развитие навыков определения типа моделирования, работы с транспортными данными и расчёта макро- и микромоделей с использованием языка программирования Python.

**Задачи изучения дисциплины (модуля)**:

— изучить виды транспортного моделирования, задачи макро- и микромоделирования, а также способы их решения;

— освоить методы работы с источниками данных, валидации и калибровки моделей, включая построение матрицы корреспонденции;

— научиться применять инструменты транспортного моделирования для анализа потоков, оптимизации сетей и решения прикладных задач урбанистики;

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:**

***знать:***

— что такое транспортное моделирование и его основные виды;

— задачу макромоделирования и способы её решения;

— задачу микромоделирования и способы её решения;

— принципы работы с данными по транспортным потокам;

***уметь:***

— определять вид транспортного моделирования для решения конкретной задачи;

— определять набор данных, необходимых для построения макромодели;

— определять набор данных, необходимых для построения модели микромоделирования;

***владеть:***

— навыками расчёта простейших макромоделей;

— навыками расчёта простейших моделей микромоделирования;

— навыками работы с данными по транспортным потокам при помощи Python.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

| Компетенция | Содержание компетенции | Индикатор компетенции | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| УК-1. | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1. | Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности |
| | | УК-1.2. | Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем |
| | | УК-1.3. | Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации |
| УК-2. | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1. | Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач |
| | | УК-2.2. | Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения |
| | | УК-2.3. | Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями |
| ОПК-1. | Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической | ОПК-1.1. | Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности | ОПК-1.2. | Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач |
| | | ОПК-1.3. | Имеет практический опыт разработки и реализация математических моделей в профессиональной деятельности |
| ПК-1. | Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук | ПК-1.1. | Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических наук, программирования и информационных технологий |
| | | ПК-1.2. | Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике |
| | | ПК-1.3. | Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач |

## 3. Тематический план

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Трудоемкость, академические часы | | | | ТКУ (текущий контроль успеваемости) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Очная форма* | | | | |
| | | Аудиторная работа | | Контроль | Самостоятельная работа | |
| | | Семинары | Консультации | | | |
| 1 | Фундамент | 5 | | | 14 | Аудиторная работа, Домашние задания |
| 2 | Спрос и данные | 5 | | | 15 | Аудиторная работа, Домашние задания |
| 3 | Распределение потоков | 5 | | | 15 | Аудиторная работа, Домашние задания |
| 4 | Макромоделирование | 5 | | | 15 | Аудиторная работа, Домашние задания |
| 5 | Микромоделирование | 5 | | | 15 | Аудиторная работа, Домашние задания |
| 6 | Инструменты и горизонты | 5 | | | 10 | Аудиторная работа, Проект |
| | ***Зачет с оценкой*** | | | | | |
| | ***Итого:*** | ***30*** | | | ***84*** | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)*** | | ***114*** | | | | |
| ***Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)*** | | ***3*** | | | | |

## 4. Содержание дисциплины (модуля)

| №п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Содержание дисциплины (модуля) по темам |
|---|---|---|
| 1 | Фундамент | Введение в транспортное моделирование<br>Практические закономерности транспортного моделирования |
| 2 | Спрос и данные | Источники данных. Валидация и калибровка. Матрица корреспонденции |
| 3 | Распределение потоков | Модели поведения пользователей транспортной сети<br>Оптимизация в транспортных моделях. Равновесие транспортных сетей |
| 4 | Макромоделирование | Методика макромоделирования транспортных потоков<br>Моделирование систем общественного транспорта<br>Модальное разделение транспортных потоков |
| 5 | Микромоделирование | Микромоделирование транспортных потоков<br>Модели взаимодействия транспортных средств |
| 6 | Инструменты и горизонты | Инструменты работы с транспортными моделями<br>Прикладное транспортное моделирование |

## 5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

***Основная литература:***

1. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583488.

2. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева, Н. В. Черных ; под редакцией А. И. Солодкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 443 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18169-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583485.

***Дополнительная литература:***

1. Организация и безопасность дорожного движения : учебник для вузов / под редакцией К. В. Костина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 289 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11811-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/566358.

## 6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

| № | Наименование портала (издания, курса, документа) | Ссылка |
|---|---|---|
| 1. | Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека | https://elibrary.ru/defaultx.asp |
| 2. | База данных для IT-специалистов | https://habr.com |
| 3. | База данных ScienceDirect | https://www.sciencedirect.com |
| 4. | Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации | https://minobrnauki.gov.ru/ |
| 5. | Федеральный портал «Российское образование" | https://www.edu.ru/ |
| 6. | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| 7. | Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов | http://school-collection.edu.ru/ |
| 8. | Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов | http://fcior.edu.ru/ |

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

| Наименование ПО | Производство | Лицензионное / свободно распространяемое |
|---|---|---|
| **Операционные системы:** | | |
| Microsoft Imagine (Windows Client, Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Браузеры:** | | |
| Яндекс.Браузер | отечественное | свободно распространяемое |
| Google Chrome | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Офисные приложения:** | | |
| Microsoft Imagine (Visio, OneNote) | зарубежное | лицензионное |
| TeXstudio | зарубежное | свободно распространяемое |
| Adobe Acrobat Reader | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Программное обеспечение для планирования и учета времени:** | | |
| Toggle app | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления проектами:** | | |
| Microsoft Imagine (Project) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы управления базами данных:** | | |
| Microsoft Imagine (SQL Server) | зарубежное | лицензионное |
| **Системы резервного копирования (backup):** | | |
| Acronis Backup Advanced for HyperV | зарубежное | лицензионное |
| **Справочно-правовые системы:** | | |
| КонсультантПлюс: справочно-правовая система | отечественное | лицензионное |
| **Средства антивирусной защиты:** | | |
| Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition | отечественное | лицензионное |
| **Среды разработки:** | | |

| | | |
|---|---|---|
| Visual Studio Code | зарубежное | свободно распространяемое |
| Bash (Unix shell) | зарубежное | свободно распространяемое |
| Anaconda | зарубежное | свободно распространяемое |
| Robotic Operating System | зарубежное | свободно распространяемое |
| CopelliaSim | зарубежное | свободно распространяемое |
| Google Colaboratory | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Пакеты программных средств и библиотек:** | | |
| AutoPsy | зарубежное | свободно распространяемое |
| Interactive Disassembler (IDA) | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Системы управления библиографической информацией:** | | |
| Zotero | зарубежное | свободно распространяемое |
| **Сервисы и службы:** | | |
| Bind | зарубежное | свободно распространяемое |
| Docker | зарубежное | свободно распространяемое |

## 7. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Транспорт большого города» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как семинары, аудиторная работа, домашние задания, проекты, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Семинар* – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

*Аудиторная работа* – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

*Проект* – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Бонусные баллы* — это оценки, которые студенты могут получить за выполнение дополнительных заданий.

Формат бонусных баллов позволяет студентам улучшить общую оценку по дисциплине (модулю) и стимулирует углубленное изучение материала.

*Самостоятельная работа* – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

**Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Транспорт большого города»**

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета с оценкой,*** при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

| **Десятибалльная оценка** | **Пятибалльная оценка** | **Оценка за зачет** | **Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)** |
|---|---|---|---|
| 10 | Отлично | Зачтено | Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической |
| 9 | Отлично | Зачтено | |
| 8 | Отлично | Зачтено | |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Оценка за зачет | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| | | | деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами. |
| 7 | Хорошо | Зачтено | Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами. |
| 6 | Хорошо | Зачтено | |
| 5 | Удовлетворительно | Зачтено | Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования. |
| 4 | Удовлетворительно | Зачтено | |
| 3 | Не сдан | Не зачтено | Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает |
| 2 | Не сдан | Не зачтено | |
| 1 | Не сдан | Не зачтено | |

| Десятибалльная оценка | Пятибалльная оценка | Оценка за зачет | Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|---|
| | | | дополнительные наводящие вопросы. |

Дисциплина (модуль) «Транспорт большого города» оценивается следующим образом:

| Активность | Вес | Количество | Описание |
|---|---|---|---|
| ***Накопительная оценка*** | | | |
| Домашние задания | 40% | 4 | Набор заданий по темам недели |
| Аудиторная работа | 20% | 14 | Активная работа студента на занятии |
| Проект | 40% | 1 | Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов |

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

**Итоговая оценка по дисциплине (модулю) «Транспорт большого города» выставляется по накопительной оценке:** «0,4 × среднее за домашние задания + 0,2 × среднее за аудиторную работу + 0,4 × проект».

**Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Примерные вопросы для подготовки к занятию**

**Семинар 1.**

1. В чём принципиальное отличие транспортного моделирования от простого сбора статистики о транспортных потоках, и какие задачи решает модель?
2. Как классическая четырёхэтапная модель (генерация, распределение, модальное разделение, назначение) соотносится с современными подходами к моделированию?
3. Почему поведение пользователей транспортной сети нельзя описать детерминированными законами, и как учитывается стохастичность выбора маршрута?
4. Как концепция равновесия по Нэшу-Уордропу трансформировала понимание распределения потоков в транспортных сетях?
5. Какие практические закономерности (например, закон Гриншилдса, парадокс Браесса) необходимо учитывать при калибровке транспортной модели?

**Семинар 2.**

1. Какие источники данных используются для построения матрицы корреспонденций, и как оценить их достоверность?
2. В чём разница между выявленными и расчётными матрицами корреспонденций, и когда применяется каждый тип?
3. Как проводится валидация транспортной модели, и какие метрики (GEH, RMSE) используются для оценки качества калибровки?
4. Почему данные с мобильных операторов и навигаторов не могут полностью заменить традиционные методы сбора (опросы, подсчёты)?
5. Как обрабатываются пропуски и аномалии в данных о транспортных потоках перед загрузкой в модель?

**Семинар 3.**

1. Как модели поведения пользователей (рациональный выбор, привычка, чувствительность к времени) влияют на распределение потоков?
2. В чём разница между пользовательским равновесием (User Equilibrium) и системным оптимумом (System Optimum)?
3. Как алгоритм Франка-Вулфа решает задачу назначения потоков на сеть, и какие у него есть ограничения?
4. Почему введение новой дороги может ухудшить общую ситуацию в сети (парадокс Браесса), и как модель это предсказывает?
5. Как учитывается платность дорог и временные затраты при моделировании выбора маршрута?

**Примерные домашние задания**

**Домашнее задание «Источники данных и калибровка модели»**

Формат: Аналитический отчёт (1000–1200 слов) + таблица данных

Задачи:

1. Выберите тип транспортных данных (датчики, опросы, мобильные данные, навигаторы).
2. Опишите методику сбора, преимущества и ограничения источника.
3. Проанализируйте процедуру валидации: какие метрики используются, какие значения считаются допустимыми.
4. Сформулируйте рекомендации по комбинированию источников для повышения точности модели.

Требования: 2–3 научных источника, шрифт 12, интервал 1.5, PDF-файл.

**Домашнее задание «Анализ равновесия транспортной сети»**

Формат: Визуальный кейс-анализ (схема/инфографика на 1 странице) + пояснительный текст (600–800 слов)

Задачи:

1. Выберите участок транспортной сети (реальный или гипотетический).
2. Постройте схему распределения потоков до и после изменения (новая дорога, закрытие участка, введение платы).
3. Проиллюстрируйте изменение времени в пути и загрузки участков.
4. Ответьте на вопрос: привело ли изменение к улучшению системного равновесия или возник парадоксальный эффект?

Требования: PDF-файл, содержащий 1 страницу визуального анализа + текст-пояснение.

**Домашнее задание «Макро- и микромоделирование: выбор подхода»**

Формат: Презентация (8–10 слайдов) + краткий доклад (5–7 минут)

Задачи:

1. Выберите транспортную задачу (развязка, район, город, регион).
2. Обоснуйте выбор уровня моделирования (макро/микро/мезо) для данной задачи.
3. Приведите пример инструмента моделирования и необходимых данных.
4. Предложите план верификации модели и интерпретации результатов для заказчика.

Требования: PDF-презентация + текст доклада (или аудиозапись выступления).

**Примерное описание задания и критерии оценивания к проекту**

**Проект: «Разработка транспортной модели городского района»**

**Цель проекта:** сформировать у студента способность разрабатывать транспортную модель с учётом всех этапов (данные, калибровка, сценарии) и интерпретировать результаты для принятия решений.

**Задачи и шаги выполнения:**

- Выберите район города для моделирования (границы, ключевые узлы).
- Соберите и опишите источники данных о транспортных потоках и спросе.
- Постройте базовую модель и проведите калибровку (укажите метрики качества).
- Разработайте 2–3 прогнозных сценария (изменение инфраструктуры, тарифов, маршрутов).
- Подготовьте итоговый отчёт (2000–2500 слов) с рекомендациями.

**Критерии оценивания:**

- Полнота и достоверность использованных данных
- Качество калибровки модели (соответствие метрик требованиям)
- Обоснованность прогнозных сценариев и интерпретация результатов
- Практическая применимость рекомендаций для управления транспортной системой
- Структура отчёта, использование профессиональной терминологии

**Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

| № п/п | Задание | Ответ | Компетенция |
|---|---|---|---|
| 1. | Назовите основной принцип четырёхэтапной модели транспортного планирования | Генерация, распределение, модальное разделение, назначение | УК-1 |
| 2. | Укажите практическую закономерность, описывающую зависимость скорости от плотности потока | Закон Гриншилдса / Фундаментальная диаграмма потока | УК-1 |
| 3. | Объясните, в чём заключается парадокс Браесса в транспортных сетях | Добавление дороги может ухудшить общее время в пути | УК-1 |
| 4. | Укажите методологический подход для оценки достоверности данных транспортного обследования | Валидация / Перекрёстная проверка источников | УК-1 |
| 5. | Назовите процесс сбора данных о передвижениях между транспортными районами | Матрица корреспонденций / OD-матрица | УК-2 |
| 6. | Укажите тип данных, получаемых от мобильных операторов для транспортного моделирования | Анонимизированные данные о перемещениях / CDR-данные | УК-2 |
| 7. | Назовите критерий, используемый для оценки качества калибровки транспортной модели | Метрика GEH / RMSE / MAPE | УК-2 |
| 8. | Укажите принцип, при котором пользователи выбирают маршруты минимизирующие личное время в пути | Равновесие по Уордропу / User Equilibrium | УК-2 |
| 9. | Назовите методологический принцип распределения потоков по кратчайшим путям | Алгоритм Дейкстры / Назначение по | УК-2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | равновесию | |
| 10. | Укажите механизм, лежащий в основе выбора вида транспорта пользователем | Модальное разделение / Logit-модель | ОПК-1 |
| 11. | Назовите функцию, описывающую зависимость времени проезда от загрузки участка | BPR-функция / Функция сопротивления | ОПК-1 |
| 12. | Укажите параметр, характеризующий пропускную способность участка дороги | Пропускная способность / Capacity | ОПК-1 |
| 13. | Назовите систему, используемую для моделирования маршрутов общественного транспорта | PTV Visum / Cube / Aimsun | ОПК-1 |
| 14. | Укажите термин, обозначающий долю поездок, совершаемых определённым видом транспорта | Модальная доля / Modal split | ОПК-1 |
| 15. | Назовите модель, описывающую взаимодействие транспортных средств на микроуровне | Микромодель / Car-following model | ПК-1 |
| 16. | Укажите подход, при котором моделируется поведение каждого водителя индивидуально | Микромоделирование / Агентное моделирование | ПК-1 |
| 17. | Назовите тип анализа, при котором исследуется пропускная способность перекрёстка | Микромоделирование / Оценка узла | ПК-1 |
| 18. | Укажите механизм калибровки параметров вождения в микромодели (время реакции, дистанция) | Калибровка по натурным данным / Настройка параметров | ПК-1 |
| 19. | Назовите программный инструмент, используемый для макромоделирования транспортных потоков | PTV Visum / Cube Voyager / TransCAD | УК-1 |
| 20. | Укажите тип отчёта, составляемого по результатам транспортного моделирования для заказчика | Аналитическая записка / Отчёт о сценариях | УК-2 |