ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Транспорт большого города»

Направление подготовки: *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

Направленность (профиль) подготовки: *Искусственный интеллект*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Срок освоения программы: *4 года*

Год набора: *2024*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

Электронный документ

Москва
2024

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 «Искусственный интеллект», 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 «Искусственный интеллект» 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
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные	ПК-1.1.	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических наук, программирования и информационных технологий

	результаты в области математики и компьютерных наук	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 Практические закономерности транспортного моделирования
2	Спрос и данные	Источники данных. Валидация и калибровка. Матрица корреспонденции
3	Распределение потоков	Модели поведения пользователей транспортной сети Оптимизация в транспортных моделях. Равновесие транспортных сетей
4	Макромоделирование	Методика макромоделирования транспортных потоков Моделирование систем общественного транспорта Модальное разделение транспортных потоков
5	Микромоделирование	Микромоделирование транспортных потоков Модели взаимодействия транспортных средств
6	Инструменты и горизонты	Инструменты работы с транспортными моделями 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	ПК-1
11.	Назовите функцию, описывающую зависимость времени проезда от загрузки участка	BPR-функция / Функция сопротивления	ПК-1
12.	Укажите параметр, характеризующий пропускную способность участка дороги	Пропускная способность / Capacity	ПК-1
13.	Назовите систему, используемую для моделирования маршрутов общественного транспорта	PTV Visum / Cube / Aimsun	ПК-1
14.	Укажите термин, обозначающий долю поездок, совершаемых определённым видом транспорта	Модальная доля / Modal split	ПК-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