



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
ИМЕНИ ГЛАВНОГО МАРШАЛА АВИАЦИИ А.А. НОВИКОВА»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

_____ / Ю.Ю. Михальчевский

« 23 » апреля 2026 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Исследование операций на транспорте и имитационное модели-
рование**

Направление подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов

Профиль
Транспортная логистика и цифровые технологии

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения:
заочная

Санкт-Петербург
2026

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» является освоение студентами знаний о методах математического описания, анализа и оптимизации транспортно-логистических процессов и систем, позволяющих принимать оптимальные управленческие решения в его будущей профессиональной деятельности при организации интермодальных перевозок, планировании деятельности предприятия, фирмы, компании, решении транспортных проблем города и региона.

Задачами изучения дисциплины являются:

- обучение студентов основам описания транспортных и материальных потоков, характеристик процессов обслуживания потоков в ЕТС при использовании воздушного и взаимодействующих видов транспорта;
- формирование навыков построения и применения математических моделей для анализа и оптимизации транспортно-логистических процессов;
- формирование представления об имитационном моделировании транспортно-логистических процессов и его применении для обоснования и повышения эффективности принимаемых решений.

Дисциплина «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности производственно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательной части.

Дисциплина «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Инструментальные средства моделирования транспортно-логистических процессов».

Дисциплина «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» является базовой для проведения «Производственной (технологической (производственно-технологической) практики» (4, 6 семестр)».

Дисциплина изучается в 4 и 5 семестрах.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Исследование операций на транспорте и имитационное моделирование» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
--------------------------------	--

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
ИД ¹ _{ОПК1}	Обладает естественнонаучными и общетехническими знаниями, позволяющими решать профессиональные задачи.
ИД ² _{ОПК1}	Знает и применяет методы математического анализа, моделирует производственные процессы в сфере транспорта.
ОПК-3	Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний
ИД ¹ _{ОПК3}	Выбирает методы и методики, проводит измерения, наблюдения и обработку данных, в том числе в профессиональной сфере.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия теории массового обслуживания (ТМО) и их применение к анализу и оптимизации транспортных процессов;
- основные понятия, алгоритмы моделирования транспортных процессов, оценки эффективности процессов обслуживания и управления;
- основы теории графов и сетей и их применение для анализа и оптимизации транспортно-логистических процессов;
- элементы нелинейного программирования и их применение для оптимизации процессов управления и организации перевозок;

Уметь:

- применять математические модели при исследованиях транспортно-логистических процессов;
- оценивать эффективность управления, организации транспортно-логистических процессов методом имитационного моделирования;
- определять характеристики транспортных процессов методами теории массового обслуживания;
- применять оптимизационные модели для повышения эффективности организации транспортного процесса;

Владеть:

- навыками по применению имитационных и оптимизационных моделей при анализе и повышении эффективности транспортных процессов;
- основными понятиями формализации моделей, методиками моделирования, применяемых при исследованиях транспортно-логистических процессов;
- основными понятиями оптимизации, применяемых при исследованиях транспортно-логистических процессов.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часа

Наименование	Всего часов	Семестры	
		4	5
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
Контактная работа:	20,8	8,3	12,5
лекции	6	4	2
практические занятия	8	4	4
семинары	–	–	–
лабораторные работы	–	–	–
курсовой проект (работа)	4	–	4
Самостоятельная работа студента	259	132	125
Промежуточная аттестация	13	4	9
контактная работа	2,8	0,3	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачету и экзамену	10,2	Зачет 3,7	Экзамен 6,5

5. Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК - 1	ОПК-3		
Тема 1. Основные элементы системы массового обслуживания: поток заявок, обслуживающие аппараты, их характеристики. Входной поток заявок, характеристики	14,8	+		ВК, Л, ПЗ, СРС РЗ	Дс, Кр

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК - 1	ОПК-3		
Тема 2.Определение характеристик потоков по экспериментальным дан-ным.	14,8	+	+	Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 3.Статистическое имитационное моделирование параметров транс-портных систем.	14,8	+	+	Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 4. Время обслуживания, его ха-рактеристики.	15,8	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 5. Характеристики процессов обслуживания без накопителя.	15,8	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 6. Характеристики процессов обслуживания с конечной емкостью накопителя.	16	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 7. Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емко-стью накопителя	16	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, Кр
Тема 8. Имитационные модели про-цессов транспортного обслуживания	16	+	+	Л, ПЗ, СРС	Дс, Кр
Тема 9. Разработка имитационных моделей и проведение численных ис-следований типовых процессов	16		+	Л, ПЗ, СРС	Дс, Кр
Итого по дисциплине	140				Дс,
Промежуточная аттестация	4				3
Всего за 4 семестр	144				
5 семестр					
Тема 10. Формулировка транспортной задачи, свойства	22,9	+	+	Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, КР
Тема 11. Транспортная таблица, опорный план, его нахождение	21,9	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, КР
Тема 12. Расчеты по оптимизации грузовых потоков.	22	+	+	Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, КР
Тема 13. Основные понятия и опреде-ления	22	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, КР
Тема 14.Задачи оптимизации на сети. Кратчайшие маршруты на сети	24,1	+		Л, ПЗ, СРС,РЗ	Дс, КР

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК - 1	ОПК-3		
Тема 15. Сетевые графики, их построение и расчет	22,1	+	+	Л, ПЗ, СРС, РЗ	Дс, ЗКР
Итого за 5 семестр	135				
Промежуточная аттестация	9				Э
Всего за 5 семестр	144				
Всего по дисциплине	252				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, КР-контрольная работа, Дс-дискуссия, Кр-контрольная работа, РЗ- решение задач, ЗКР-защита курсовой работы.

5.2 Разделы дисциплин и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Семестр 4							
Тема 1. Основные элементы системы массового обслуживания: поток заявок, обслуживающие аппараты, их характеристики. Входной поток заявок, характеристики	0,4	0,4			14		14,8
Тема 2. Определение характеристик потоков по экспериментальным данным.	0,4	0,4			14		14,8
Тема 3. Статистическое имитационное моделирование параметров транспортных систем.	0,4	0,4			14		14,8
Тема 4. Время обслуживания, его характеристики.	0,4	0,4			15		15,8
Тема 5. Характеристики процессов обслуживания без накопителя.	0,4	0,4			15		15,8
Тема 6. Характеристики процессов обслуживания с конечной	0,5	0,5			15		16

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
емкостью накопителя.							
Тема 7. Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емкостью накопителя	0,5	0,5			15		16
Тема 8. Имитационные модели процессов транспортного обслуживания	0,5	0,5			15		16
Тема 9. Разработка имитационных моделей и проведение численных исследований типовых процессов	0,5	0,5			15		16
Итого за семестр	4	4			132		140
Промежуточная аттестация							4
Всего по дисциплине за 4 семестр							144
Семестр 5							
Тема 10. Формулировка транспортной задачи, свойства	0,3	0,6			20	2	22,9
Тема 11. Транспортная таблица, опорный план, его нахождение	0,3	0,6			21		21,9
Тема 12. Расчеты по оптимизации грузовых потоков.	0,3	0,7			21		22
Тема 13. Основные понятия и определения	0,3	0,7			21		22
Тема 14.Задачи оптимизации на сети. Кратчайшие маршруты на сети	0,4	0,7			21	2	24,1
Тема 15. Сетевые графики, их построение и расчет	0,4	0,7			21		22,1
Итого за семестр	2	4			125	4	135
Промежуточная аттестация							9
Всего по дисциплине за 5 семестр							144
Всего по дисциплине	6	8			257	4	288

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, СРС – самостоятельная работа студента, КР – курсовая работа.

5.3 Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные элементы системы массового обслуживания: поток заявок, обслуживаемые аппараты, их характеристики

Основные элементы системы массового обслуживания: поток заявок, обслуживающие аппараты, организация СМО, качество функционирования, многофазность, приоритеты, простои и очереди.

Тема 2. Входной поток заявок, характеристики

Входной поток заявок. Законы распределения. Основные предположения: стационарность, отсутствие последствия, ординарность. Простейший Пуассоновский поток, его характеристики. Потоки с ограниченным последствием.

Тема 3. Определение характеристик потоков по экспериментальным данным

Статистический анализ потоков. Определение характеристик потока по экспериментальным данным. Потоки пассажиров, транспортных средств.

Статистическое имитационное моделирование параметров транспортных систем.

Датчики случайных чисел. Моделирование случайных параметров транспортных систем с типовых распределений. Моделирование потоков с ограниченным последствием.

Тема 4. Время обслуживания, его характеристики.

Время обслуживания, его закон распределения, среднее время обслуживания. Показательный закон распределения, закон Эрланга, гамма-распределение. Типы СМО, показатели эффективности их функционирования. Уравнения для вероятностей состояний.

Тема 5. Характеристики процессов обслуживания без накопителя.

Характеристики СМО без накопителя. Формулы Эрланга. Примеры. Оптимизация параметров автостоянки по критерию средней прибыли.

Тема 6. Характеристики процессов обслуживания с конечной емкостью накопителя

Анализ СМО с очередями. Случай ограниченной емкости накопителя. Характеристики простоя, загрузки, длины очереди.

Тема 7. Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емкостью накопителя

Система массового обслуживания с бесконечной емкостью накопителя. Расчет средних характеристик СМО: длины очереди, числа свободных ОА.

Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емкостью накопителя

Расчет параметров кассового зала вокзала, определение вместимости кассового зала. Расчет характеристик портов методами ТМО. Регистрационная стойка аэропорта как обслуживающий аппарат, ее характеристики.

Тема 8. Имитационные модели процессов транспортного обслуживания

Моделирование систем с потерями, очередями, смешанного типа при одном обслуживающем аппарате. Моделирование СМО с n обслуживающими аппаратами. Особенности моделирования различных классов СМО: учет различных типов ограничений на процесс ожидания в очереди; приоритеты в обслуживании потоков. Структура модели. Определение экономических показателей: дохода, затрат, прибыли.

Тема 9. Разработка имитационных моделей и проведение численных исследований типовых процессов

Многофазные системы; моделирование системы обслуживания авиапассажиров. Примеры построения имитационных моделей.

Тема 10. Формулировка транспортной задачи, свойства

Транспортная задача как задача линейного программирования. Свойства. Геометрическая интерпретация. Свободные и базисные переменные. Вершины многогранника.

Тема 11. Транспортная таблица, опорный план, его нахождение

Построение транспортной таблицы. Нахождение опорного решения. Вычислительный алгоритм.

Тема 12. Расчеты по оптимизации грузовых потоков

Примеры решения. Планирование грузопотоков по заводу и распределения импортных грузов.

Тема 13. Основные понятия и определения

Вершины графа, ребра, дуги, ориентация, путь. Примеры графов.

Тема 14. Задачи оптимизации на сети

Транспортная сеть как граф. Задача о минимизации сети. Постановка задачи. Метод решения. Структура алгоритма. Примеры.

Кратчайшие маршруты на сети

Задача о кратчайшем маршруте. Алгоритм решения. Кратчайший маршрут на сети автодорог. Примеры.

Тема 15. Сетевые графики, их построение и расчет

Понятия работ и событий. Построение графиков. Ранние сроки, поздние сроки наступления событий и работ, их определение.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
-----------------------	-------------------------------	---------------------

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
Семестр 4		
1	Практическое занятие 1. Основные элементы системы массового обслуживания. Его характеристики.	0,1
1	Практическое занятие 2. Вероятностное описание элементов СМО.	0,1
1	Практическое занятие 3. Время обслуживания, его характеристики.	0,1
1	Практическое занятие 4. Входные потоки, их описание. Простейший Пуассоновский поток.	0,1
2	Практическое занятие 5. Определение характеристик потоков по экспериментальным данным.	0,4
3	Практическое занятие 6. Моделирование случайных параметров транспортных систем с типовыми законами распределения. Определение характеристик транспортных процессов по результатам наблюдений.	0,4
4	Практическое занятие 7. Обслуживающие аппараты, их характеристики.	0,2
4	Практическое занятие 8. Определение характеристик ОА по экспериментальным данным.	0,2
5	Практическое занятие 9. Характеристики процессов обслуживания без накопителя.	0,2
5	Практическое занятие 10. Определение оптимального количества стояночных мест автостоянки по критерию максимума прибыли.	0,2
6	Практическое занятие 11. Характеристики процессов обслуживания без накопителя.	0,25
6	Практическое занятие 12. Оптимизация параметров автостоянки по критерию средней прибыли.	0,25
7	Практическое занятие 13. Характеристики процессов обслуживания с конечной емкостью накопителя.	0,1
7	Практическое занятие 14. Системы без отказов в обслуживании.	0,2
7	Практическое занятие 15. Определение	0,2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	характеристик обслуживания потока автотранспортных средств на АЗС.	
8	Практическое занятие 16. Имитационные модели процессов транспортного обслуживания.	0,5
9	Практическое занятие 17. Типовые имитационные модели транспортных процессов.	0,25
9	Практическое занятие 18. Типовые имитационные модели транспортных процессов.	0,25
Итого за 4 семестр		4
Семестр 5		
10	Практическое занятие 19. Транспортная задача, ее свойства.	0,3
10	Практическое занятие 20. Примеры решения линейной задачи оптимизации.	0,3
11	Практическое занятие 21. Составление транспортной таблицы.	0,3
11	Практическое занятие 22. Нахождение опорного плана.	0,3
12	Практическое занятие 23. Составление оптимального плана распределения грузов, прибывающих по импорту.	0,3
12	Практическое занятие 24. Распределение грузопотоков .	0,4
13	Практическое занятие 25. Сетевые модели и графы.	0,3
13	Практическое занятие 26. Оптимальный план комплектации.	0,4
14	Практическое занятие 27. Метод последовательных приближений.	0,3
14	Практическое занятие 28. Расчет кратчайших маршрутов на сети.	0,4
15	Практическое занятие 29. Составление и расчет сетевых графиков.	0,3
15	Практическое занятие 30. Определение критического времени.	0,4
Итого за 5 семестр		4
Итого по дисциплине		8

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
4 семестр		
1	1. Изучение теоретического материала по Теме № 1 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение контрольной работы.	14
2	1. Изучение теоретического материала по Теме № 2 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2,3]). 2. Выполнение контрольной работы.	14
3	1. Изучение теоретического материала по Теме № 3 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение контрольной работы.	14
4	1. Изучение теоретического материала по Теме № 4 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2,3,4,5]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
5	1. Изучение теоретического материала по Теме № 5 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
6	1. Изучение теоретического материала по Теме № 6 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
7	1. Изучение теоретического материала по Теме № 7 (конспект лекций и рекомендуемая литература [2]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
8	1. Изучение теоретического материала по Теме № 8 (конспект лекций и рекомендуемая литература [2,3,4]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
9	1. Изучение теоретического материала по Теме № 9 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение контрольной работы.	15
Итого за 4 семестр		132
5 семестр		
10	1. Изучение теоретического материала по Теме №	20

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	10 (конспект лекций и рекомендуемая литература [2,3,4]). 2. Выполнение курсовой работы.	
11	1. Изучение теоретического материала по Теме № 11 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2,3,4]). 2. Выполнение курсовой работы.	21
12	1. Изучение теоретического материала по Теме № 12 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2]). 2. Выполнение курсовой работы.	21
13	1. Изучение теоретического материала по Теме № 13 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2,5,6]). 2. Выполнение курсовой работы.	21
14	1. Изучение теоретического материала по Теме № 14 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2,6]). 2. Выполнение курсовой работы.	21
15	1. Изучение теоретического материала по Теме № 15 (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 2,5,6]). 2. Подготовка к защите курсовой работы.	21
Итого за 5 семестр		125
Итого по дисциплине		257

5.7 Курсовая работа

Наименование этапа выполнения курсового проекта	Трудоемкость (часы)
Этап 1. Выдача задания на курсовой проект	2
Этап 2. Выполнение раздела «Расчет характеристик процесса обслуживания аналитическими методами»	СРС
Этап 3. Выполнение раздела «Подготовка программы»	
Этап 4. Выполнение разделов «Отладка программы»	
Этап 5. «Проведение расчетов »	
Этап 6. Составление «Резюме»	
Этап 7. Оформление курсового проекта	
Защита курсового проекта	2
Итого контактная работа по курсовому проекту	4

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Палагин, Ю.И. **Анализ процессов в системах массового обслуживания в транспортно-логистических системах. Аналитические методы и имитационное моделирование. Тексты лекций** / Ю.И. Палагин .: СПб.: - Издательство СПбГУ ГА. 2017.– 109 с. Количество экземпляров 276.

2 Палагин, Ю.И. **Логистика. Планирование и управление материальными потоками**: учебник для вузов / Ю.И. Палагин – СПб.: Политехника, 2009. – 286 с. – ISBN - 978-5-7325-0920-5. Количество экземпляров 187.

3 Палагин, Ю.И. **Транспортная логистика и мультимодальные перевозки. Технологии, оптимизация, управление**: учебник для вузов / Ю.И. Палагин – СПб.: Политехника, 2015. – 266 с.– ISBN - 978-5-7325-1060-7. Количество экземпляров 260.

б) дополнительная литература

4 Палий, И. А. **Линейное программирование** : учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/472883>.

5 Белов, П. Г. **Управление рисками, системный анализ и моделирование в 3 ч. Часть 3** : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 272 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02609-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451704>.

6 Горев, А. Э. **Теория транспортных процессов и систем** : учебник для вузов / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 193 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12797-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469383>.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

7 **Вся математика в одном месте Allmath.ru** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.allmath.ru/>, свободный (дата обращения: 20.04.2021).

8 **Logistics.ru Отраслевой портал** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.logistics.ru>, свободный (дата обращения: 20.04.2021).

9 **Логистика в России Logirus** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://logirus.ru>, свободный (дата обращения 20.04.2021).

10 **Логистика на инфопортале LogLink.ru** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.loglink.ru>, свободный (дата обращения 20.04.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

11 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 20.04.2021).

12 **Консультант Плюс** [Электронный ресурс]: официальный сайт компании Консультант Плюс. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 20.04.2021).

13 **Федеральный образовательный портал ЭСМ** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://ecsocman.hse.ru/>, свободный (дата обращения: 20.04.2021).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Компьютерный класс аудитория № 402 «Транспортная логистика»	– 34 посадочных места - Персональный компьютер (Блок системный персонального компьютера SUPERWAVE + Монитор LG 23EN43T) – 12 шт. – Моноблок MSI PRO 16T 7M – 10 шт. - Проектор Casio XJ-V2 DLP 3000 ANSI XGA (1024×768) - Экран Projecta – Ноутбук BenQ Joybook R56-R42 15,4" – 2 шт. – Ноутбук HP620 B200/2G/320GB/HD6329/D VDRW /int/15 /HD/WiFi/bt/Cam/6c/bag – Сканер штрих-код Cipher 100-KB – Сканер штрих-код Cipher 1000-KB – 10 обучающих стендов	– AXELOT: TMS. Управление транспортом и перевозками – 1С-Логистика: Управление складом 8.0 – Delphi 7 Enterprise Academic, Named ESD госконтракт – Microsoft Visual FoxPro 9.0 Win32 ENG – ADOBE ACROBAT PROFESSIONAL 9_0 – Kaspersky Anti-Virus Suite для WKS и FS – Microsoft Windows Office Professional Plus 2007
Лекционная аудитория № «Грузоведение»	42 посадочных места - Проектор Casio - Мультимедийный экран 6 стендов	
Лекционная	42 посадочных места	

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
аудитория №408	Проектор Casio Мультимедийный экран	
Лекционная аудитория №409 «Технология перевозок»	26 посадочных мест Проектор Casio Мультимедийный экран	
Лекционная аудитория №411 «Логистика и интермодальные перевозки»	42 посадочных места Проектор Casio Мультимедийный экран 6 обучающих стендов	
Лекционная аудитория №415	44 посадочных места Проектор Casio Мультимедийный экран	

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Исследование операций на транспорте» используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа, курсовая работа.

Входной контроль проводится преподавателем с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется в форме опроса по вопросам следующих дисциплин: «Высшая математика», «Инструментальные средства моделирования транспортно-логистических процессов».

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу. По дисциплине «Исследование операций на транспорте» планируется проведение информационных лекций, которые направлены на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний в предметной области дисциплины.

Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помо-

гают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Курсовая работа по дисциплине «Исследование операций на транспорте» представляет собой самостоятельную учебно-исследовательскую работу студента и ставит цель систематизировать, закрепить и углубить теоретические и практические знания, умения и навыки по профилю подготовки с целью их применения для решения профессиональных задач.

Таким образом, практические занятия и курсовая работа по дисциплине «Исследование операций на транспорте» являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательные-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Исследование операций на транспорте» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачета (4 семестр) и экзамена (5 семестр).

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает контрольную работу.

Дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо вопроса, проблемы либо сопоставление информации, идей, мнений, предложений. Главной чертой учебной дискуссии является поиск истины на основе активного участия всех обучающихся и преподавателей, когда истина может состоять в том, что у данной проблемы нет единого правильного решения.

Контрольная работа включает в себя письменные ответы на вопросы, решение типового задания.

Решение задач проводится по основным разделам и темам дисциплины. Предполагает получение количественных значений характеристик процессов

обслуживания и выбор на их базе параметров транспортно-логистического процесса.

Защита курсовой работы – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий, который позволяет оценить умения и навыки обучающегося самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета в 4 семестре и экзамена в 5 семестре. К моменту сдачи зачета и экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет и экзамен позволяют оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Зачет и экзамен предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, а также решение расчетной задачи и ситуационной задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Дискуссия оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Контрольная работа оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

1. Оптимизация числа причалов морского порта методами ТМО и моделирования.

2. Анализ загрузки и оптимизация затрат морского порта при разгрузке караванов барж.

3. Анализ процесса обслуживания потока на автостоянке

4. Менеджер погрузочно-разгрузочных работ на складском комплексе.
5. Менеджер погрузочно-разгрузочных работ в речном порту.
6. Менеджер компании эксплуатирующей АЗС.
7. Менеджер агентства по продаже билетов.
8. Анализ потоков транспортных средств через железнодорожный шлагбаум.
9. Менеджер таксопарка.
10. Менеджер компании по перевозке и хранению контейнеров в порту.
11. Менеджер АЗС (модель отказов по оцениваемой длине очереди).
12. Выбор параметров системы обслуживания пассажиров в аэровокзале аэропорта.
13. Определение параметров (характеристик входных транспортирующих линий) сортирующей системы авиабагажа.
14. Моделирование потоков автотранспорта через ж-д шлагбаум.
15. Анализ процессов обработки ж-д составов на сортирующей горке.
16. Анализ системы обслуживания потоков прилетающих пассажиров в аэропорту. Модель пуассоновского потока.
17. Анализ системы обслуживания потоков прилетающих пассажиров в аэропорту. Моделирования прибытия по расписанию пуассоновского потока.
18. Анализ системы обслуживания потоков прибывающих грузовиков на склад грузового терминала аэропорта
19. Анализ потока транспортных средств, проезжающих через перекресток, регулируемый светофором.
20. Анализ работы светофора на перекрестке при регулировании потоков транспорта в точке пересечения двух дорог.
21. Моделирование фронта разгрузки на дистрибьюционном центре.
22. Обслуживание авиапассажиров при регистрации.
23. Однофазное обслуживание пассажиропотока в метрополитене
24. Двухфазное обслуживание пассажиропотока в метрополитене
25. Анализ системы обслуживания автобусных и пассажирских потоков при перевозке на паромной переправе в порту Кавказ.
26. Обслуживание авиапассажиров в пунктах контроля безопасности на входе в аэропорт.
27. Обслуживание авиапассажиров в пунктах предполетного досмотра пассажиров

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. Определение матрицы. Виды матриц. Действия над матрицами.
2. Решение систем линейных алгебраических уравнений матричным способом, методом Крамера, методом Гаусса.
3. Обратная матрица и ее вычисление.
4. Определители второго и третьего порядков: вычисление и свойства.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-1	ИД ¹ _{ОПК1} , ИД ² _{ОПК1}	Знает: основные понятия теории массового обслуживания (ТМО) и их применение к анализу и оптимизации транспортных процессов; основные понятия, алгоритмы моделирования транспортных процессов, оценки эффективности процессов обслуживания и управления; основы теории графов и сетей и их применение для анализа и оптимизации транспортно-логистических процессов; - элементы нелинейного программирования и их применение для оптимизации процессов управления и организации перевозок; Умеет: применять математические модели при исследованиях транспортно-логистических процессов; Владеет: - навыками по применению имитационных и оптимизационных моделей при анализе и повышении эффективности транспортных процессов.
II этап		
ОПК-3	ИД ¹ _{ОПК3}	Умеет: оценивать эффективность управления, организации транспортно-логистических процессов методом имитационного моделирования; - определять характеристики транспортных процессов методами теории массового обслуживания; - применять оптимизационные модели для повышения эффективности организации транспортного процесса; Владеет: - основными понятиями формализации моделей, методиками моделирования и статистиче-

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		ской обработки, применяемыми при исследованиях транспортно-логистических процессов; - основными понятиями оптимизации, применяемых при исследованиях транспортно-логистических процессов.

Шкала оценивания курсовой работы

«Отлично» - в курсовой работе студент обосновывает актуальность и новизну рассматриваемой проблемы, логично и последовательно излагает материал, а также демонстрирует умение поиска, оценки и использования необходимой информации. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 90-100 %. Выводы грамотно сформулированы и обоснованы. Использованные источники подобраны грамотно. Их количество соответствует требованиям к курсовой работе. Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению без орфографических и графических ошибок, выполнена и сдана на проверку своевременно. Студент при защите курсовой работы доступно и ясно представляет ее результаты, всесторонне оценивает и интерпретирует полученные результаты, доказывает их значимость и валидность, а также демонстрирует самостоятельное и творческое мышление.

«Хорошо» - в курсовой работе студент допускает малое число недочетов и смысловых ошибок в обосновании актуальности, новизны и в определении целей и задач, логика и последовательность изложения материала незначительно нарушены. Студент демонстрирует умения поиска, оценки и использования необходимой информации с незначительными недочетами. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 80-90 %. Выводы сформулированы с небольшими неточностями. Использованные источники подобраны грамотно. Их количество соответствует требованиям к курсовой работе. Курсовая работа оформлена аккуратно согласно требованиям к оформлению с небольшим количеством орфографических и графических ошибок, выполнена и сдана на проверку своевременно. Студент доступно и ясно представляет результаты курсовой работы. Ответы на вопросы полные. Студент оценивает и интерпретирует полученные результаты с незначительными неточностями. Демонстрирует самостоятельное мышление.

«Удовлетворительно» - в курсовой работе студент допускает значительные недочеты и смысловые ошибки в обосновании актуальности, новизны и в определении целей и задач курсовой работы. Студент излагает материал, нарушая последовательность и логику изложения, и использует недостаточный объем необходимой информации. Расчеты в курсовой работе обоснованы и выполнены правильно на 70-80 %. Выводы сформулированы со значительными неточ-

ностями или не все выводы сформулированы. Использованные источники подобраны небрежно, их количество меньше, чем соответствует требованиям к курсовой работе. Курсовая работа оформлена неаккуратно с большим количеством ошибок в оформлении работы и выполнении схем. Курсовая работа выполнена и сдана на проверку позже указанного срока. Во время защиты курсовой работы студент с трудом докладывает ее результаты. Ответы на вопросы неполные. Студент не может оценить полученные результаты и интерпретирует их со значительными неточностями.

«Неудовлетворительно» - в курсовой работе отсутствует актуальность и новизна работы, цели и задачи курсовой работы определены неверно. Изложение материала в курсовой работе непоследовательно и нелогично. Студент использует информацию, не соответствующую теме курсовой работы. В курсовой работе отсутствует логика построения, расчеты не обоснованы и выполнены правильно менее, чем на 70 %. Выводы не сформулированы. Использованные источники не соответствуют теме и содержанию курсовой работы. Оформление курсовой работы не соответствует требованиям. Студент не может представить результаты курсовой работы. Не отвечает на вопросы или отвечает неверно.

Шкалы оценивания

Зачет

«Зачет» выставляется, если ответы студента на вопросы билета изложены логически и лексически грамотно, полные и аргументированные, при этом задача решена полностью, допускаются небольшие погрешности. Студент отвечает на дополнительные вопросы. При этом допускается незначительное нарушение логики изложения материала, а также не более двух неточностей при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы.

«Незачет» выставляется, если ответы студента на вопросы билета изложены не логично и лексически не грамотно, не полные и не аргументированные, задача не решена. Студент не отвечает на дополнительные вопросы.

Экзамен

Оценка 5 – «отлично» выставляется в случае, если:

- ответ построен логично в соответствии с планом;
- обнаружено максимально глубокое знание терминов, понятий, категорий, концепций и теорий;
- обнаружен аналитический подход в освещении различных концепций;
- задача решена полностью и правильно;
- сделаны содержательные выводы;
- продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы;
- студент активно работал на практических занятиях, проявил творческое, ответственное отношение к обучению по дисциплине.

Оценка 4 – «хорошо» выставляется в случае, если:

- ответ построен в соответствии с планом;

- представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование недостаточно полно;
- выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа;
- задача решена полностью и правильно;
- выводы правильны;
- продемонстрировано знание обязательной и дополнительной литературы;

– студент активно работал на практических занятиях.

Оценка 3 – «удовлетворительно» выставляется в случае, если:

- ответ недостаточно логически выстроен;
- план ответа соблюдается непоследовательно;
- недостаточно раскрыты понятия, категории, концепции, теории;
- задача решена полностью, при этом допускаются небольшие погрешности;

– продемонстрировано знание обязательной литературы;

– студент не активно работал на практических занятиях.

Оценка 2 – «не удовлетворительно» выставляется в случае, если:

- не раскрыты профессиональные понятия, категории, теории;
- научное обоснование проблем подменено рассуждениями обыденно-повседневного характера;
- ответ содержит ряд серьезных неточностей;
- задача не решена;
- выводы поверхностны или неверны;
- не продемонстрировано знание обязательной литературы;
- студент не активно работал на практических занятиях.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень типовых дискуссионных вопросов

1. Основные элементы СМО, их определения.
2. Время обслуживания заявки, его характеристики.
3. Определение характеристик времени обслуживания по экспериментальным данным.
4. Входной поток заявок, описание с помощью интервалов между прибытиями. Простейший пуассоновский поток.
5. Расчёт характеристик пуассоновского потока. Поток пассажиров, прибывающих в аэропорт для отправления, образует простейший поток с интенсивностью $\lambda=2$ пассажира в минуту. Найти:
 - а) Вероятность того, что в течение 10 минут не прибудет ни одного пассажира;

- б) Среднее количество пассажиров, прибывших за 1 час работы аэропорта.
6. Статическая обработка потоков. Пример. Дана выборка (в мин.) интервалов между прибытиями самолётов в аэропорт:
5, 12, 6, 4, 8.
Найти:
- 1) Среднее значение, дисперсию и среднеквадратичное отклонение интервала между прибытиями;
 - 2) Интенсивность входного потока самолётов.
7. Характеристики многоканальной СМО без накопителя.
8. Условие того, что СМО с бесконечной ёмкостью накопителя справляется с обслуживанием.
9. Определение числа обслуживающих аппаратов из условия конечности очереди. Агентство по продаже авиабилетов располагает $n=2$ кассами. Среднее время продажи билетов одним кассиром равно $\lambda=3$ мин.
- 1) Справляется ли агентство с обслуживанием пассажиропотока?
 - 2) Какое число касс минимально необходимо, чтобы агентство справлялось с обслуживанием?
10. Формулировка задачи линейного программирования при ограничениях типа неравенств. Свойства решений.

Типовые контрольные работы

Задание 1

Продолжительность интервалов (мин) между прибывающими и отправляющимися самолетами на Парижском аэродроме Орли за вторую половину дня 4 мая была зарегистрирована следующая:

1, 8, 10, 13, 9, 8.5, 6, 5, 4, 2, 2.5, 7, 1.5, 1.8, 2.3, 6.5, 1.5, 1.8, 4.2, 2.2, 4.5, 6.5, 3.5, 2.9, 1.7, 8.8

1 Требуется провести обработку наблюдений:

- а) получить оценки математического ожидания и дисперсии;
- б) подобрать параметры закона распределения, построить гистограмму.

2 Промоделировать закон распределения с подобранными параметрами и выполнить контроль моделирования.

Задание 2

Определить оптимальное число мест автостоянки по критерию прибыли за 1 сутки. В таблице даны:

- интенсивность входного потока λ [авт/час];
- среднее время стоянки T [час];
- коэффициент превышения тарифа арендной платы α .

Арендная плата составляет $q=0.1$ \$/ m^2 сут; площадь одного места $S_a = 6m^2$;

Дать таблицу зависимости средней прибыли и вероятности отказа в обслуживании от числа мест автостоянки.

Исходные данные для расчетов.

№	α	T	λ	№	α	T	λ
1	2	1	2	26	1.5	2	6
2	2	1	3	27	1.5	3	6
3	2	1	4	28	1.5	1	6
4	2	1	5	29	1.5	2	6
5	2	2	2	30	1.5	3	6
6	2	2	3	31	5	4	2
7	2	2	4	32	5	4	3
8	2	2	5	33	2	4	4

Задание 3

Определить характеристики процесса обслуживания потока автотранспортных средств на АЗС. В таблице даны:

- интенсивность потока λ [авт/час];
- интенсивность обслуживания μ [авт/час];
- число бензоколонок (БК) n ;
- емкость накопителя m .

Найти:

- вероятности состояний, отказа в обслуживании, вероятности обслуживания;
 - характеристики загрузки бензоколонок и накопителя;
 - время ожидания, обслуживания, пребывания транспортного средства на АЗС.
- Провести аналитические расчеты характеристик АЗС, используя модель без отказов в обслуживании (с бесконечной емкостью накопителя). Дать сравнение со случаем конечной емкости накопителя.

Исходные данные для расчетов.

№	λ	μ	n	m	№	λ	μ	n	m
1	10	12	2	2	26	15	6	2	3
2	10	12	2	3	27	15	6	2	4
3	10	12	2	4	28	15	6	3	2
4	10	12	3	2	29	15	6	3	3
5	10	12	3	3	30	15	6	3	4
6	10	12	3	4	31	8	12	2	2
7	5	12	2	2	32	8	12	2	3
8	5	12	2	3	33	8	12	2	4

Задание 4

На каждом из трех пунктов отправления имеется груз в количестве A_1, A_2, A_3 единиц контейнеров. Тип контейнера задан.

Указаны четыре пункта назначения и величина спроса B_1, B_2, B_3, B_4 в каждом из них. Исходные данные приведены в табл.

Требуется найти оптимальный план перевозки.

Вариант	Тип контейнера	Пункт отправления			Пункт назначения			
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4
1	20	100	80	120	60	40	120	40
2	20	93	70	140	80	100	100	60
3	40	107	100	100	100	60	80	20

Тема 12

Дана линейная целевая функция

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 \rightarrow \max$$

Требуется: Найти оптимальные значения переменных X_1, X_2, X_3 , обеспечивающие ее максимум при ограничениях:

а) $X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0$

б) $a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \leq b_2, \quad X_i \leq b_i$

Задачу решить графически и симплекс-методом. Значения параметров приведены в таблице.

№	C_1	C_2	C_3	i	b_1	a_1	a_2	a_3	b_2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	1	5	2	1	3	15
2		4		2	6	1	2		
3	1	3	2	3	1	2	1	4	8
4	2	1	4	1	5	1	2	1	10
5	3	2	1	1	8	2	1	3	10
6				2					
7				3					
8	2	1	3	1	6	4	3	2	48
9				2					
10				3					
11	2	1	4	1	8	2	3	4	12

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (зачет)

1. Основные элементы СМО.
2. Время обслуживания - основная характеристика обслуживающего аппарата, типовые законы распределения.
3. Непрерывные случайные величины, их вероятностные характеристики (математическое ожидание, дисперсия, плотность и функция распределения).
4. Дискретные случайные величины, их вероятностные характеристики (математическое ожидание, дисперсия, закон распределения).
5. Дискретная случайная величина с законом распределения Пуассона.
6. Определение характеристик времени обслуживания по экспериментальным данным.
7. Входящий поток заявок, его описание моделью пуассоновского случайного процесса, простейшие характеристики.
8. Фундаментальные свойства пуассоновского потока.
9. Определение характеристик потоков по экспериментальным данным.
10. Вероятности состояний процессов обслуживания без накопителя.
11. Характеристики многоканальной системы массового обслуживания без накопителя.
12. Расчет характеристик службы приема заявок методами ТМО.
13. Оптимизация параметров автостоянки по критерию средней прибыли.
14. Вероятности состояний процессов обслуживания с конечной емкостью накопителя.

15. Характеристики СМО с конечной емкостью накопителя.
16. Пропускная способность и характеристики загрузки СМО с конечной емкостью накопителя.
17. Характеристики очереди СМО с конечной емкостью накопителя.
18. Оптимизация числа каналов и емкости накопителя СМО с конечной емкостью накопителя.
19. Условие конечности очереди СМО с бесконечной емкостью накопителя.
20. Вероятности состояний СМО с бесконечной емкостью накопителя.
21. Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емкостью накопителя.
22. Расчет параметров кассового зала ж/д вокзала методами ТМО.
23. Определение вместимости кассового зала методами ТМО.
24. Определение кол-ва касс, исходя из заданного среднего времени ожидания в очереди.
25. Расчет характеристик речных и морских портов методами ТМО.
26. Оптимизация числа причалов морского (речного) порта методами ТМО.
27. Характеристики очереди в СМО с конечной емкостью накопителя.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (экзамен)

1. Формулировка задачи линейного программирования. Примеры.
2. Понятие об n -мерной точке (векторе). Скалярное произведение, угол между векторами.
3. Формулировка транспортной задачи. Опорный и оптимальный план перевозок. Свойства оптимального плана.
4. Транспортные таблицы. Нахождение опорного плана. Метод Северо-западного угла.
5. Транспортная задача с неправильным балансом. Предложение превышает спрос.
6. Транспортная задача с неправильным балансом. Спрос превышает предложение.
7. Транспортная задача с вырожденной таблицей.
8. Понятие графа. Общие определения.
9. Оптимальный кратчайший маршрут на сети и его нахождение.
10. Уравнение для стоимости оптимального кратчайшего маршрута на сети.
11. Метод последовательных приближений для нахождения кратчайшего пути.
12. Определение кратчайшего маршрута на сети методом динамического программирования.
13. Основные понятия сетевого планирования (сетевой график, критический путь).
14. Наиболее ранние сроки событий, начала и окончания работ, их определение по сетевому графику.

15. Время обслуживания - основная характеристика обслуживающего аппарата, типовые законы распределения.
16. Входящий поток заявок, его описание моделью пуассоновского случайного процесса, простейшие характеристики.
17. Определение характеристик времени обслуживания по экспериментальным данным.
18. Фундаментальные свойства пуассоновского потока.
19. Вероятности состояний процессов обслуживания без накопителя.
20. Расчет характеристик службы приема заявок методами ТМО.
21. Вероятности состояний процессов обслуживания с конечной емкостью накопителя.
22. Характеристики СМО с конечной емкостью накопителя.
23. Пропускная способность и характеристики загрузки СМО с конечной емкостью накопителя.
24. Характеристики очереди СМО с конечной емкостью накопителя.
25. Условие конечности очереди СМО с бесконечной емкостью накопителя.
26. Вероятности состояний СМО с бесконечной емкостью накопителя.
27. Характеристики процессов обслуживания с бесконечной емкостью накопителя.
28. Расчет параметров кассового зала методами ТМО.
29. Определение вместимости кассового зала методами ТМО.
30. Расчет характеристик речных и морских портов методами ТМО.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Задание №1

Агентство по продаже авиабилетов располагает $n=2$ кассами. Среднее время продажи билетов одним кассиром равно $\lambda=3$ мин.

1) Справляется ли агентство с обслуживанием пассажиропотока интенсивности $\lambda=10$ пас/час ?

Задание №2

Частная автостоянка обслуживает поток автомобилей интенсивности $\lambda = 8$ авт/час, среднее время стоянки – 30 мин, количество мест – 3 ед. Определить, какое количество автомобилей получают отказ за сутки работы.

Задание №3

1. Поток пассажиров, прибывающих в аэропорт для отправления, образует простейший поток с интенсивностью $\lambda=10$ пассажира в минуту. Найти:

а) Вероятность того, что в течение 30 сек не прибудет ни одного пассажира;

Среднее количество пассажиров, прибывших за 1 час работы аэропорта.

Задание №4

Дана структурная таблица

№	Обозначение	Описание	Длительность., сут	Предшествующие работы , опирает- ся на работы
1	a ₁	-	12	-
2	a ₂	-	20	-
3	a ₃	-	14	-
4	a ₄	-	16	a ₃
5	a ₅	-	28	a ₁
6	a ₆	-	30	a ₂ , a ₄
9	a ₇	-	18	a ₅ , a ₆

Построить сетевой график, найти критический путь, наиболее поздние сроки наступления событий и минимальные сроки выполнения проекта.

Задание №5

Грузовместимость ТС = 9 м³; количество типов грузов, подготовленных к перевозке – n = 3. Количественные и объемные характеристики грузов:

Груз 1: кол-во $K_1 = 2$ ед, объем $V_1 = 2$ м³/ед ;

Груз 2: кол-во $K_2 = 1$ ед, объем $V_2 = 7$ м³/ед ;

Груз 3: кол-во $K_3 = 3$ ед, объем $V_3 = 3$ м³/ед ;

ТРЕБУЕТСЯ: найти план загрузки (комплектации) транспортного средства, обеспечивающий максимальное использование грузовой вместимости.

Типовые ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Задача 1

Ожидается увеличение интенсивности потока автотранспорта, прибывающего с грузом на склад аэропорта до значения $\lambda = 8$ авт/час. Среднее время обслуживания (разгрузки, приема груза и оформления документов) составляет величину $t = 20$ мин. Требуется выбрать необходимое количество приемных площадок и бригад приемщиков груза, исходя из требуемого качества обслуживания транспортного потока.

Задача 2

Агентство по продаже авиабилетов располагает n=2 кассами. Среднее время продажи билетов одним кассиром равно $\gamma = 3$ мин, интенсивность входного потока равна $\lambda=3$ пас/мин.

1. Справляется ли агентство с обслуживанием пассажиропотока?
2. Какое число касс минимально необходимо, чтобы агентство справлялось с обслуживанием?

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая в 4 семестре к изучению дисциплины «Исследование операций на транспорте», студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Студенту следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от его активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. В этом процессе важное значение имеет самостоятельная работа, направленная на вовлечение студента в самостоятельную познавательную деятельность с целью формирования самостоятельности мышления, способностей к профессиональному саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации в современных условиях социально-экономического развития. На первом занятии преподаватель проводит входной контроль в форме опроса по вопросам дисциплин, на которых базируется дисциплина «Исследование операций на транспорте» (п. 2 и п. 9.4).

Основными видами аудиторной работы студентов в двух семестрах являются лекции и практические занятия (п. 5.1-5.4). В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Исследование операций на транспорте», ее прикладным значением для развития транспортной отрасли;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, принципов, методов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Принципиально неверным, но получившим в наше время достаточно широкое распространение, является отношение к лекции как к «диктанту», который обучающийся может аккуратно и дословно записать. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений. Применение такой системы поможет значительно ускорить процесс записи лекции. Конспект лекции предпочтительно писать в одной тетради, а не на отдельных листках, которые потом могут затеряться. Рекомендуется в конспекте лекций оставлять свободные места или поля, например, для того, чтобы была возможность записи необходимой информации при работе над материалами лекций.

При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрификацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Иногда обучающийся не успевает записать важную информацию в конспект. Тогда необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, восполнить эту информацию в дальнейшем.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачета и экзамена.

Практические занятия по дисциплине «Исследование операций на транспорте» проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки по представлению баз данных. Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель: кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме; проводит дискуссия с обучающимися, в ходе которой также обсуждаются дискуссионные вопросы.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей исследовательской и познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий (п. 5.6): самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала; выполнение курсовой работы.

Систематичность занятий предполагает равномерное, в соответствии с пп. 5.2, 5.3, 5.4 и 5.6, распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения дисциплиной «Исследование операций на транспорте». Такой подход позволяет избежать дефицита времени, перегрузок, спешки и т. п. в завершающий период изучения дисциплины. Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине «Исследование операций на транспорте». Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплины.

плин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Перечень вопросов и ситуационные задачи для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Исследование операций на транспорте» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 30 «Интермодальных перевозок и логистики»
«04» 04.2026 года, протокол № 10 .

Разработчик:

д.т.н., профессор



Палагин Ю.И.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 30 «Интермодальных перевозок и логистики»

к.т.н., доцент



Иванова Н.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент



Иванова Н.В.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета « 22 » апреля 2026 года, протокол № 7.