

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 11.06.2026 08:50:29

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## **Моделирование в логистике**

### **рабочая программа дисциплины (модуля)**

Направление подготовки 38.04.02 Менеджмент

Направленность (профиль) Логистика, управление цепями поставок

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

экзамены 1

зачеты 1

#### **Распределение часов дисциплины по курсам**

| Курс                            | 1     |       | Итого |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                 | уп    | рп    |       |       |
| Вид занятий                     |       |       |       |       |
| Лекции                          | 8     | 8     | 8     | 8     |
| Практические                    | 12    | 12    | 12    | 12    |
| Конт. ч. на аттест. в период ЭС | 2,45  | 2,45  | 2,45  | 2,45  |
| Итого ауд.                      | 20    | 20    | 20    | 20    |
| Контактная работа               | 22,45 | 22,45 | 22,45 | 22,45 |
| Сам. работа                     | 255   | 255   | 255   | 255   |
| Часы на контроль                | 10,55 | 10,55 | 10,55 | 10,55 |
| Итого                           | 288   | 288   | 288   | 288   |

Программу составил(и):

*д.э.н., профессор кафедры "Экономика и менеджмент", Хайтбаев В.А.; ст. преподаватель кафедры "Экономика и менеджмент", Кизимиров М.В.*

Рабочая программа дисциплины

**Моделирование в логистике**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 38.04.02 Менеджмент (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 952)

составлена на основании учебного плана: 38.04.02-25-1-МЛМ.plz.plx

Направление подготовки 38.04.02 Менеджмент Направленность (профиль) Логистика, управление цепями поставок

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экономика и менеджмент**

Зав. кафедрой к.э.н., доцент Кремнев А.А.

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Целью дисциплины является формирование у обучающихся профессиональной компетенции                                                                                                                                       |
| 1.2                                  | (ПК-1), согласно ФГОС, предусмотренных учебным планом в части способности моделировать операционные направления логистической деятельности с использованием экономико-математических методов и инструментов картографии |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |         |
|--------------------------------------------------------------------|---------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.В.01 |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| ПК-1 Способен моделировать операционные направления логистической деятельности с использованием экономико-математических методов и инструментов картографии                                                                                                                                                                                 |  |
| ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок                                                                                                                                     |  |
| ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике                                                            |  |
| <b>40.084. Профессиональный стандарт "СПЕЦИАЛИСТ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СЕТЕЙ ПОСТАВОК МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. N 1142н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 4 февраля 2015 г., регистрационный N 35868)</b> |  |
| ПК-1. В. Стратегическое управление процессами организации сетей поставок на уровне промышленной организации                                                                                                                                                                                                                                 |  |
| В/02.7 Стратегическое управление процессами создания сетей поставок на стадии производства                                                                                                                                                                                                                                                  |  |

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

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.1.1      | экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; картографические сервисы, геоинформационные системы и иные инструменты картографии                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.2.1      | осуществлять экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разрабатывать процедуры, осуществлять мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивать эффективность, создавать дополнительные возможности их использования в логистике                                  |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.3.1      | навыками практической подготовки в использовании экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разработке процедуры, осуществлении мониторинга операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценке эффективности, создании дополнительных возможностей их использования в логистике |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                                                                                         |                |       |            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|------------|
| Код занятия                                   | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                               | Семестр / Курс | Часов | Примечание |
|                                               | <b>Раздел 1. Лекции, практики</b>                                                                                                                                                                                       |                |       |            |
| 1.1                                           | Теория массового обслуживания. Основные понятия и определения. Методы моделирования систем массового обслуживания в исследованиях логистики и управления цепями поставок /Лек/                                          | 1              | 1     |            |
| 1.2                                           | Потоки заявок. Показатели эффективности СМО. Уравнение Колмогорова. Схема гибели и размножения. Основные типы СМО. Формулирование проблемы, разработка программы и проведение научного исследования по оценке СМО /Лек/ | 1              | 1     |            |
| 1.3                                           | Анализ и оптимизация сетевых графиков. Метод "время-стоимость" /Лек/                                                                                                                                                    | 1              | 1     |            |
| 1.4                                           | Сетевое планирование и управление. Основные понятия и определения. Метод критического пути МКП и ПЕРТ. /Лек/                                                                                                            | 1              | 1     |            |

|      |                                                                                                                                                                                                                          |   |      |  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|--|
| 1.5  | Количественные и качественные методы необходимые для проведения экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем. Оптимизация решений для систем логистики в условиях неопределенности /Лек/ | 1 | 2    |  |
| 1.6  | Геоинформационные системы в логистике /Лек/                                                                                                                                                                              | 1 | 2    |  |
| 1.7  | Одно- и многоканальные системы с ограничением по длине очереди, неограниченной очередью /Пр/                                                                                                                             | 1 | 2    |  |
| 1.8  | Классические критерии принятия решений в условиях неопределенности в задачах логистики. Количественные и качественные методы используемые при проведении экономико-математического моделирования /Пр/                    | 1 | 2    |  |
| 1.9  | Одно- и многоканальные системы массового обслуживания с отказами. Критерии статистической теории принятия решений в задачах логистики /Пр/                                                                               | 1 | 2    |  |
| 1.10 | Табличный способ оценки временных параметров сетевых моделей. Метод "время-стоимость" /Пр/                                                                                                                               | 1 | 1    |  |
| 1.11 | Классические критерии принятия решений в условиях неопределенности /Пр/                                                                                                                                                  | 1 | 1    |  |
| 1.12 | Максиминный критерий /Пр/                                                                                                                                                                                                | 1 | 1    |  |
| 1.13 | Оптимистический критерий /Пр/                                                                                                                                                                                            | 1 | 1    |  |
| 1.14 | Использование геоинформационных систем при решении логистических задач /Пр/                                                                                                                                              | 1 | 2    |  |
|      | <b>Раздел 2. Самостоятельная работа</b>                                                                                                                                                                                  |   |      |  |
| 2.1  | Критерий Сэвиджа /Ср/                                                                                                                                                                                                    | 1 | 74   |  |
| 2.2  | Производные критерии. Составные критерии. /Ср/                                                                                                                                                                           | 1 | 74   |  |
| 2.3  | Приложение методов оптимизации решений в условиях неопределенности к моделированию систем управления запасами /Ср/                                                                                                       | 1 | 75   |  |
| 2.4  | Подготовка к лекциям /Ср/                                                                                                                                                                                                | 1 | 8    |  |
| 2.5  | Подготовка к практическим занятиям /Ср/                                                                                                                                                                                  | 1 | 24   |  |
|      | <b>Раздел 3. Контактные часы на аттестацию</b>                                                                                                                                                                           |   |      |  |
| 3.1  | Экзамен /КЭ/                                                                                                                                                                                                             | 1 | 2,3  |  |
| 3.2  | Зачет /КЭ/                                                                                                                                                                                                               | 1 | 0,15 |  |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля), как правило, с использованием ЭИОС или путем проверки письменных работ, предусмотренных рабочими программами дисциплин в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|  | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Эл. адрес |
|--|---------------------|----------|-------------------|-----------|
|--|---------------------|----------|-------------------|-----------|

|      | Авторы, составители            | Заглавие                                                    | Издательство, год   | Эл. адрес                                                           |
|------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Л1.1 | Попов А. М.,<br>Сотников В. Н. | Экономико-математические методы и модели: Учебник для вузов | Москва: Юрайт, 2021 | <a href="https://urait.ru/bcode/484">https://urait.ru/bcode/484</a> |

### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители | Заглавие                                                                       | Издательство, год   | Эл. адрес                                                           |
|------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Л2.1 | Королев А. В.       | Экономико-математические методы и моделирование: Учебник и практикум для вузов | Москва: Юрайт, 2021 | <a href="https://urait.ru/bcode/470">https://urait.ru/bcode/470</a> |

## 6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### 6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

|          |                                          |
|----------|------------------------------------------|
| 6.2.1.1  | 7-zip                                    |
| 6.2.1.2  | Adobe Reader                             |
| 6.2.1.3  | IrfanView                                |
| 6.2.1.4  | Microsoft Office 2010 Professional       |
| 6.2.1.5  | Microsoft Office 2013                    |
| 6.2.1.6  | Microsoft Office 2013 Professional       |
| 6.2.1.7  | Microsoft Office Professional Plus 2013  |
| 6.2.1.8  | Microsoft Office Professional Plus 2016  |
| 6.2.1.9  | Microsoft Windows 10 Pro                 |
| 6.2.1.10 | Microsoft Windows 7                      |
| 6.2.1.11 | Microsoft Windows 8                      |
| 6.2.1.12 | Microsoft Windows 8.1                    |
| 6.2.1.13 | Microsoft Windows Professional 8         |
| 6.2.1.14 | Microsoft Windows Professional 8 Russian |
| 6.2.1.15 | OpenOffice 3.1                           |
| 6.2.1.16 | Комплект ПО Microsoft                    |
| 6.2.1.17 | Антивирус Касперского                    |

### 6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

|         |                                                                                                                                                                                                         |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.2.2.1 | Информационная справочная система "Гарант" <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>                                                                                                      |
| 6.2.2.2 | Информационная справочная система "КонсультантПлюс" <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>                                                                                     |
| 6.2.2.3 | База данных «Макроэкономика» - информационно-аналитический раздел официального сайта Министерства финансов РФ <a href="http://info.minfin.ru/prices_index.ph">http://info.minfin.ru/prices_index.ph</a> |
| 6.2.2.4 | МУЛЬТИСТАТ – многофункциональный статистический портал <a href="http://www.multistat.ru/?menu_id=1">http://www.multistat.ru/?menu_id=1</a>                                                              |
| 6.2.2.5 | База данных «Библиотека управления» - Корпоративный Менеджмент <a href="https://www.cfin.ru/rubricator.shtml">https://www.cfin.ru/rubricator.shtml</a>                                                  |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.2.2.6                                                           | Федеральный образовательный портал «Экономика Социология Менеджмент» <a href="http://ecsocman.hse.ru">http://ecsocman.hse.ru</a>                                                                                                                                                                                                 |
| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 7.1                                                               | Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).                                |
| 7.2                                                               | Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное) |
| 7.3                                                               | Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.                                                                                                                       |
| 7.4                                                               | Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                                                                                                                                                                                                                                                    |

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
В ЛОГИСТИКЕ**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**38.04.02 Менеджмент**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Логистика, управление цепями поставок**

---

*(наименование)*

## Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации:

очная форма обучения – зачет, 1 семестр; экзамен, 2 семестр.

заочная форма обучения – зачет, 1 курс; экзамен, 1 курс.

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                                                                                              | Код индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен моделировать операционные направления логистической деятельности с использованием экономико-математических методов и инструментов картографии | ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок                                                                          |
|                                                                                                                                                             | ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике |

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                    | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Оценочные материалы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок | Обучающийся знает: экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; картографические сервисы, геоинформационные системы и иные инструменты картографии                                                                                                                                                                                                                                          | Вопросы (№ 1-5)     |
|                                                                                                                                                                                                         | Обучающийся умеет: осуществлять экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разрабатывать процедуры, осуществлять мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивать эффективность, создавать дополнительные возможности их использования в логистике                                    | Задания (№ 1-2)     |
|                                                                                                                                                                                                         | Обучающийся владеет: навыками практической подготовки в использовании экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разработке процедуры, осуществлении мониторинга операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценке эффективности, создании дополнительных возможностей их использования в логистике | Задания (4–5)       |
| ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг                                                                                                                                                 | Обучающийся знает: экономико-математическое моделирование интегрированных логистических                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Вопросы (№ 6-10)    |

|                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике | систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; картографические сервисы, геоинформационные системы и иные инструменты картографии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                  |
|                                                                                                                                                                                                                          | Обучающийся умеет: осуществлять экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разрабатывать процедуры, осуществлять мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивать эффективность, создавать дополнительные возможности их использования в логистике                                    | Задание<br>(№ 3) |
|                                                                                                                                                                                                                          | Обучающийся владеет: навыками практической подготовки в использовании экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разработке процедуры, осуществлении мониторинга операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценке эффективности, создании дополнительных возможностей их использования в логистике | Задание<br>(№ 6) |

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

## 2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

### 2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                          | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок | Обучающийся знает: экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; картографические сервисы, геоинформационные системы и иные инструменты картографии |

#### **ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ**

1. Количественные и качественные методы необходимые для проведения экономико-математического моделирования

- а) Метод последовательного улучшения плана (решений)
- б) Графический способ решения задачи ЛП
- в) Симплексный метод решения задачи ЛП

2. Переменные линейных оптимизационных моделей должно быть

- а) Целыми
- б) Неотрицательными
- в) Положительными
- г) Любыми

3. Задача линейного программирования имеет единственное оптимальное решение, если целевая функция принимает максимальное (минимальное) значение в одной из

- а) угловых точек многогранника решений
- б) внутренних точек многогранника решений
- в) граничных точек многогранника решений
- г) внешних точек многогранника решений

4. Для использования симплексного метода задача ЛП должна быть приведена ..

- а) к каноническому виду (система ограничений должна быть представлена в виде уравнений)
- б) к виду, позволяющему достаточно просто применить способ определения какого-либо первоначального допустимого базисного решения задачи
- в) к стандартной форме с двумя переменными

5. При реализации симплекс—методом на каждой итерации происходит замена

- а) базисные переменные не меняются
- б) двух базисных переменных
- в) одной базисной переменной
- г) всех базисных переменных

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                   | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике | Обучающийся знает: экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; картографические сервисы, геоинформационные системы и иные инструменты картографии |

|                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. В теории графов связный граф без циклов называется                                                                                                                                              |                                                                                                 |
| а)                                                                                                                                                                                                 | полным                                                                                          |
| б)                                                                                                                                                                                                 | неориентированным                                                                               |
| в)                                                                                                                                                                                                 | ориентированным                                                                                 |
| г)                                                                                                                                                                                                 | деревом                                                                                         |
| 7. Критический путь — это                                                                                                                                                                          |                                                                                                 |
| а)                                                                                                                                                                                                 | любой путь, начало которого совпадает с исходным событием сети, а конец с завершающим           |
| б)                                                                                                                                                                                                 | путь максимальной длины, связывающий начало и конец событий                                     |
| в)                                                                                                                                                                                                 | путь минимальной длины, связывающий начало и конец событий                                      |
| г)                                                                                                                                                                                                 | последовательность работ, в которой событие каждой работы совпадает с началом события следующей |
| 8. Множество допустимых решений (планов) некоторым способом разбивается на подмножества, каждое из которых тем же способом снова разбивается на подмножества. Этот принцип положен в основу метода |                                                                                                 |
| а)                                                                                                                                                                                                 | симплексного                                                                                    |
| б)                                                                                                                                                                                                 | Гомори                                                                                          |
| в)                                                                                                                                                                                                 | Колмогорова                                                                                     |
| г)                                                                                                                                                                                                 | ветвей и границ                                                                                 |
| 9. Граф, в котором движение по дугам возможно в любом направлении, называется                                                                                                                      |                                                                                                 |
| а)                                                                                                                                                                                                 | связным                                                                                         |
| б)                                                                                                                                                                                                 | неориентированным                                                                               |
| в)                                                                                                                                                                                                 | ориентированным                                                                                 |
| г)                                                                                                                                                                                                 | Деревом                                                                                         |
| 10. В теории графов для любого дерева с $m$ вершинами и $n$ ребрами выполняется соотношение                                                                                                        |                                                                                                 |
| а)                                                                                                                                                                                                 | $m=n+1$                                                                                         |
| б)                                                                                                                                                                                                 | $m=n$                                                                                           |
| в)                                                                                                                                                                                                 | $m=n - 1$                                                                                       |
| г)                                                                                                                                                                                                 | $n=m - 1$                                                                                       |

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                          | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок | Обучающийся умеет: осуществлять экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разрабатывать процедуры, осуществлять мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивать эффективность, создавать дополнительные возможности их использования в логистике |

### ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ

#### Задание 1. Расчет эффективности многоканальных СМО с отказами и СМО с неограниченной очередью

Междугородный переговорный пункт имеет четыре телефонных аппарата. В среднем за сутки поступает 320 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров составляет 5 мин. Длина очереди не должна превышать 6 абонентов. Потоки заявок и обслуживания простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди,

среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).

### Задание 2. Решение задач теории игр. Оптимизация решений в условиях неопределенности

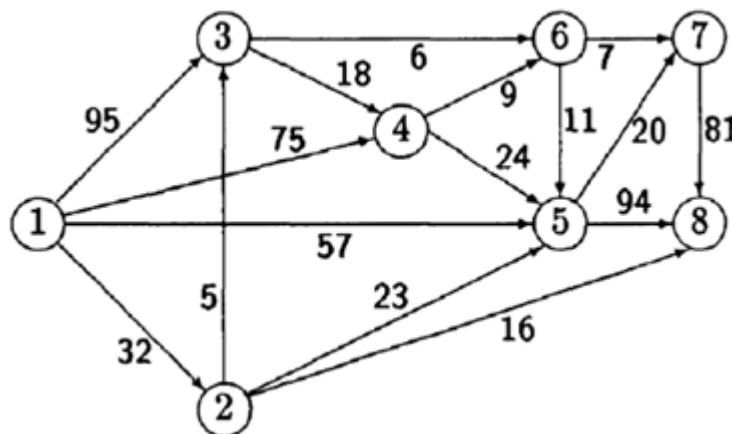
Зная платежную матрицу определить нижнюю и верхнюю цены игры и найти решение игры.

|   |   |    |   |    |
|---|---|----|---|----|
| 4 | 5 | 6  | 7 | 9  |
| 3 | 4 | 6  | 7 | 6  |
| 7 | 6 | 10 | 8 | 11 |
| 8 | 5 | 4  | 7 | 3  |

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                   | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике | Обучающийся умеет: осуществлять экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разрабатывать процедуры, осуществлять мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивать эффективность, создавать дополнительные возможности их использования в логистике |

### Задание 3. Задача о максимальный поток и минимальный разрез в транспортной сети

Найти максимальный поток и минимальный разрез в транспортной сети, используя алгоритм Форда-Фалкерсона (алгоритм расстановки пометок) Построить граф приращений. Проверить выполнение условия максимальности построенного полного потока. Источник - вершина 1, сток - вершина 8.

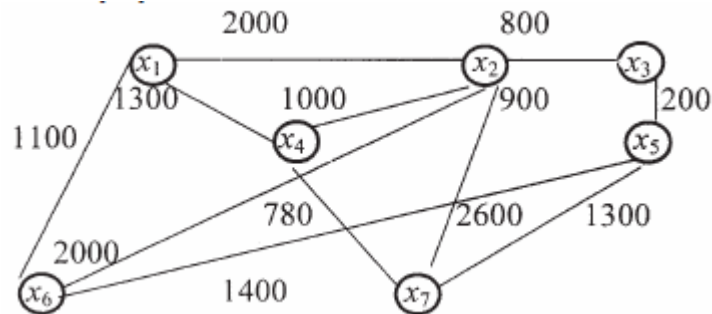


| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                          | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.1 В составе рабочей группы осуществляет экономико-математическое моделирование интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок | Обучающийся владеет: навыками практической подготовки в использовании экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разработке процедуры, осуществлении мониторинга операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценке эффективности, создании дополнительных возможностей их использования в логистике |

## Примеры заданий

### Задание 4

В модульных перевозках трейлерные платформы перевозятся по железной дороге между перевалочными железнодорожными терминалами. На схеме показаны железнодорожные терминалы и пути между ними. Выделите сегменты железных дорог так, чтобы были связаны все железнодорожные терминалы и была минимизирована суммарная стоимость перевозок платформ.



### Задание 5

На вход одноканальной СМО с отказами поступает поток вызовов с интенсивностью  $\lambda = 0,4$  вызовов в минуту. Средняя продолжительность обслуживания  $t_{\text{обсл}} = 3$  мин. Найти абсолютную и относительную пропускную способность СМО, вероятность отказа, среднее число занятых каналов.

| Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                   | Образовательный результат                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1.2 Разрабатывает процедуры, осуществляет мониторинг операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценивает эффективность, создает дополнительные возможности их использования в логистике | Обучающийся владеет: навыками практической подготовки в использовании экономико-математического моделирования интегрированных логистических систем, операционных подсистем логистической деятельности, процессов и цепей поставок; разработке процедуры, осуществлении мониторинга операционной стратегии логистики с помощью картографических сервисов, геоинформационных систем и иных инструментов картографии, оценке эффективности, создании дополнительных возможностей их использования в логистике |

### Задание 6

Найти оптимальный вариант электростанции по критериям Лапласа, Вальда, Гурвица с показателями 0,8 и 0,3 и Сэвнджа по заданной таблице эффективностей.

*Таблица эффективностей*

| Среда<br>Варианты | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | B <sub>4</sub> |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A <sub>1</sub>    | 10             | 8              | 4              | 11             |
| A <sub>2</sub>    | 9              | 9              | 5              | 10             |
| A <sub>3</sub>    | 8              | 10             | 3              | 14             |
| A <sub>4</sub>    | 7              | 7              | 8              | 12             |

Проверяемый образовательный результат:

### **2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации**

#### **Перечень вопросов к зачету**

1. Понятие о моделях и моделировании. Общая формулировка задач оптимизации.
2. Понятие системы массового обслуживания (СМО). Процесс с дискретными состояниями и непрерывным временем. Потоки событий.
3. Стационарный режим процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем.
4. Процесс гибели и размножения.
5. Многоканальные СМО с отказами.
6. Характеристики эффективности СМО с отказами.
7. Многоканальные СМО с неограниченной очередью.
8. Характеристики эффективности СМО с неограниченной очередью.
9. Метод «время-стоимость»
10. Критерий минимаксного критерия Сэвиджа

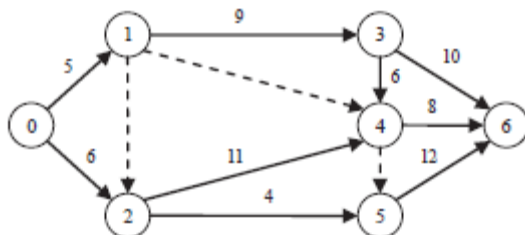
#### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Предмет СМО. Определение СМО и классификация СМО
2. Потоки требований (заявок, событий)
3. Основные характеристики СМО
4. Уравнение Колмогорова для вероятностей состояний
5. Схема гибели и размножения
6. Простейшая СМО с отказами
7. Простейшая одноканальная СМО с неограниченной очередью
8. Простейшая многоканальная СМО с неограниченной очередью
9. Простейшая одноканальная СМО с ограничением по длине очереди
10. Простейшая многоканальная СМО с ограничением по длине очереди
11. Основные понятия и определения СПУ(сетевого планирования и управления)
12. Метод критического пути МКП
13. Метод «время-стоимость»
14. Принятие решений в условиях неопределенности и риска. Понятие игры с природой
15. Принятие решений в условиях полной неопределенности. Максиминный критерий Вальда
16. Критерий минимаксного критерия Сэвиджа. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица
17. Составные критерии принятия решений в условиях неопределенности
18. Выбор оптимальной стратегии управления запасами с использованием классических критериев
19. Оптимизация системы управления запасами в условиях неопределенности с учетом временной стоимости денег.
20. Формализация модели оптимального выбора стратегии диверсификации поставок в условиях неопределенности

## Типы практических заданий к экзамену

### Задача № 1

1. Задан сетевой график выполнения работ



Требуется:

- 1) Рассчитать параметры работ данного сетевого графика и составить таблицу;
- 2) Найти критический путь и подкритический путь;
- 3) Построить график привязки.

### Задача № 2

1. Исходные данные для оптимизации загрузки сетевой модели приведены в таблице

| Кол работ | Продолжительность работ | Количество исполнителей |
|-----------|-------------------------|-------------------------|
| (1,2)     | 4                       | 6                       |
| (1,3)     | 3                       | 1                       |
| (1,4)     | 5                       | 5                       |
| (2,5)     | 7                       | 3                       |
| (2,6)     | 10                      | 1                       |
| (3,6)     | 8                       | 8                       |
| (4,6)     | 12                      | 4                       |
| (4,7)     | 9                       | 2                       |
| (5,8)     | 8                       | 6                       |
| (6,8)     | 10                      | 1                       |
| (7,8)     | 11                      | 3                       |

Известно, что организация, выполняющая проект, имеет в распоряжении только  $n=15$  исполнителей. Необходимо провести оптимизацию сетевой модели по критерию «минимум исполнителей». Следует добиться уменьшения численности исполнителей, одновременно занятых на работах сети, до требуемого уровня  $n$ .

Требуется:

- 1) Построить сетевой график работ;
- 2) Построить графики привязки и загрузки до проведения оптимизации загрузки;
- 3) Построить графики привязки и загрузки после проведения оптимизации загрузки;
- 4) Найти коды работ, сдвинутых в процессе оптимизации, и время их сдвига.

### Задача № 3

Для заданных систем массового обслуживания  $n$  — число каналов,  $m$  — число мест в очереди,  $\lambda$  — интенсивность потока заявок,  $\mu$  — интенсивность потока обслуживания.

Требуется вычислить следующие характеристики (если они имеют смысл для данной системы):

1) Абсолютную и относительную пропускную способность.

2) Вероятность простоя.

3) Вероятность отказа в обслуживании.

4) Среднее время обслуживания.

5) Среднее число занятых каналов.

6) Среднее число заявок в очереди.

7) Долю каналов, занятых обслуживанием.

8) Среднее время пребывания заявки в СМО.

9) Вероятность наличия очереди

10) Среднее время ожидания заявки в очереди.

**Задача 1.**  $n=4$ ,  $m=0$  (система без очереди),  $\lambda=2$ ,  $\mu=3$ .

**Задача 2.**  $n=2$ ,  $m=\infty$  (система с бесконечной очередью),  $\lambda=3$ ,  $\mu=1$ .

**Задача 3.**  $n=3$ ,  $m=2$ ,  $\lambda=2$ ,  $\mu=1/$

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

#### Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*

- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*

- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

#### Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;

- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

#### Критерии формирования оценок по зачету

**«Зачтено»** - студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, не допустил фактических ошибок при ответе, последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

**«Не зачтено»** - студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса, его базовых понятий и фундаментальных проблем; слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии.

#### Критерии формирования оценок за экзамен

Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы билета. Форма определяется преподавателем. Исходя из выбранной формы, описывается методика процедуры оценивания. При проведении экзамена в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 30

минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 4.2.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой.

**«Отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

**«Хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом, данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

**При обучении с применением дистанционных технологий студент должен успешно пройти итоговый тест (набрать 60 и более процентов правильных ответов на вопросы теста), правильно ответить на экзаменационные вопросы, решить задачу или деловую игру. Сдача экзамена происходит в режиме online с использованием видеоконференции в Teams.**