МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Проректор по образовательной деятельности  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Г. Шубаева  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_г. |

***Исследование операций***

**Рабочая программа дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки/ *Специальность* | *01.03.02 Прикладная математика и информатика* |
| Направленность (профиль) программы/  *Специализация* | *Прикладная математика и информатика в экономике и управлении* |
| Уровень высшего образования | *Бакалавриат* |
| Форма обучения | *очная* |
| Год набора | *2025* |

Составитель*(и)*:

|  |
| --- |
| д.э.н, Чернов Виктор Петрович |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Часов по учебному плану | 144 | **Виды контроля в семестрах:**   |  | | --- | | Экзамен: семестр 6 | |
| в том числе: |  |
| контактная работа | 84 |
| самостоятельная работа | 24 |
| практическая подготовка | 0 |
| часов на контроль | 36 |

**Распределение часов дисциплины:**

|  |  |
| --- | --- |
| Семестр: | 6 |
| Вид занятий | Часы |
| Лекционные занятия | 48 |
| Практические занятия | 36 |
| Лабораторные работы |  |
| **Итого аудиторных часов** | **84** |
| Самостоятельная работа | 24 |
| Часы на контроль | 36 |
| **Итого академических часов** | **144** |
| **Общая трудоемкость в зачетных единицах** | **4** |

Санкт-Петербург

2025

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** 3](#_Toc185499328)

[**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** 3](#_Toc185499329)

[**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** 3](#_Toc185499330)

[**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\*** 4](#_Toc185499331)

[**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 6](#_Toc185499332)

[**5.1 Рекомендуемая литература** 6](#_Toc185499333)

[**5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства** 7](#_Toc185499334)

[**5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)** 7](#_Toc185499335)

[**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 7](#_Toc185499336)

[**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** 9](#_Toc185499337)

[**8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ** 10](#_Toc185499338)

[**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** 12](#_Toc185499339)

[**1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации** 12](#_Toc185499340)

[**1.2 Темы письменных работ** 13](#_Toc185499341)

[**1.3 Контрольные точки** 13](#_Toc185499342)

[**1.4 Другие объекты оценивания** 13](#_Toc185499343)

[**1.5 Самостоятельная работа обучающегося** 13](#_Toc185499344)

[**1.6 Шкала оценивания результата** 13](#_Toc185499345)

# **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Цель:** | Развитие системного мышления на основе анализа подходов к исследованию и моделированию операций и принятию управленческих решений, включая овладение методами моделирования типовых задач управления операциями, ознакомление со свойствами моделей и методов оптимизации, используемых в анализе экономических и управленческих задач. |

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.О Исследование операций относится к обязательной части Блока 1.

# **3.** **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

| **Код и наименование компетенции выпускника** | **Код и наименование индикатора достижения компетенций** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ПК-3 - Способен строить модели для решения задач в области экономики и управления с использованием современных оптимизационных подходов и инструментальных средств | ПК-3.2 - Владеет современными методами построения математических моделей с использованием оптимизационных подходов | Знать: модели, используемые для решения задач в области экономики и управления на основе современных оптимизационных подходов и инструментальных средств.  Уметь: строить, анализировать и использовать математические модели для решения задач в области экономики и управления..  Владеть: современными методами и инструментальными средствами построения математических моделей с использованием оптимизационных подходов.. |
| ПК-4 - Способен выполнить анализ вариантов управленческих и проектных решений, их оптимизацию с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий | ПК-4.2 - Выполняет оптимизацию управленческих и проектных решений с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий | Знать: математические модели, используемые для разработки, анализа и оптимизации вариантов управленческих и проектных решений с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий.  Уметь: строить и модифицировать математические модели с целью оптимизации управленческих и проектных решений с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий..  Владеть: современными методами и инструментарием разработки математических моделей для оптимизации управленческих и проектных решений с учетом критериев эффективности, рисков и возможных последствий.. |

# **4.** **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер и наименование тем и/или разделов/тем** | **Содержание дисциплины** | | **Объем дисциплины**  **(академические часы)** | | | | |
| **Контактная работа** | | | | **СРО** |
| **ЗЛТ** | | **ПЗ** | **ЛР** |
| Тема 1. Введение. Математические модели и методы исследования операций в экономике. | Предмет исследования операций. Место исследования операций в экономическом анализе и управлении. Методы математического программирования и исследование операций. Методы теории игр и исследование операций. Примеры моделей исследования операций. Специфика методов исследования операций. | | 2 | |  |  |  |
| Тема 2. Модели управления запасами. | Формулировка задачи управления запасами. Характеристики систем управления запасами. Виды запасов. Классификация затрат по управлению запасами. Затраты поставки, хранения, дефицита. Стратегия управления запасами. Критерий оптимальности. Условия простейшей модели. Релевантные и иррелевантные затраты. Оптимальная стратегия для простейшей бездефицитной модели (формулы Уилсона). Оптимальная стратегия для модели с растянутой поставкой. Оптимальная стратегия для модели с допущением дефицита. Оптимальная стратегия для объединенной модели. Источники неопределенности. Функционирование системы в условиях неопределенности. Случайная составляющая спроса, уровень обслуживания и страховой запас. Уровневая и циклическая система управление запасами. Сезонная составляющая спроса и метод динамического программирования в применении к управлению запасами. | | 8 | | 6 |  | 4 |
| Тема 3. Компьютерное моделирование систем управления запасами. | Организация модели управления запасами. Построение компьютерной модели для формирования заказов в детерминированной ситуации. Формирование последовательности заказов. Автоматизация определения критического уровня запасов и формирования заказов. Построение модели для формирования заказов в ситуации неопределенности спроса. Построение модели для формирования заказов в ситуации неопределенности сроков поставки. Построение модели для формирования заказов в ситуации неопределенности объемов поставки. Построение модели для формирования заказов в условиях платы за дефицит. Модель согласованного управления несколькими товарными группами. | | 8 | | 10 |  | 8 |
| Тема 4. Системы массового обслуживания. | Задачи массового обслуживания. Структура систем массового обслуживания (СМО). Характеристики потоков требований. Пуассоновские потоки. Нестационарные потоки. Неординарные потоки. Потоки с последействием. Базовые формулы вычисления параметров потоков различных типов. Преобразования потоков. Марковские цепи, процессы и процессы гибели и рождения. Эргодическая теорема. Процедура вычисления финальных вероятностей. Модель СМО с ожиданием. Базовые характеристики работы СМО с ожиданием. Модель СМО с отказами. Базовые характеристики СМО с отказами. Модель СМО с ограниченным накопителем. Базовые характеристики СМО с ограниченным накопителем. Модели замкнутых и многофазных СМО. Марковские сети СМО и их характеристики. | | 20 | | 10 |  | 6 |
| Тема 5. Компьютерное моделирование систем массового обслуживания. | Построение компьютерных моделей потоков требований на обслуживание. Моделирование пуассоновского потока в дискретном и непрерывном времени. Моделирование нестационарного потока. Моделирование неординарного потока. Моделирование потока с последействием. Построение компьютерных моделей марковских цепей. Экспериментальное и расчетное определение финальных вероятностей. Экспериментальная проверка эргодической теоремы. Визуализация работы марковской цепи. Построение моделей систем обслуживания. Исследование зависимости качества работы системы от числа узлов обслуживания. Расчетная модель СМО с отказами. Построение расчетной схемы вычисления основных технических характеристик работы системы. Построение расчетной схемы вычисления основных экономических характеристик работы системы. Применение модели. Исследование качества работы системы и затрат на ее работу в зависимости от числа узлов обслуживания и от интенсивности процесса обслуживания. Визуализация результатов исследования. Расчетная модель СМО с ожиданием. Построение расчетной схемы вычисления основных технических и экономических характеристик работы системы. Исследование качества работы системы и затрат на ее работу в зависимости от числа узлов обслуживания и от интенсивности процесса обслуживания. Визуализация результатов исследования. Расчетная модель СМО с ограниченным накопителем. Построение расчетной схемы вычисления основных технических и экономических характеристик работы системы. Исследование качества работы системы и затрат на ее работу в зависимости от числа узлов обслуживания и от интенсивности процесса обслуживания. Визуализация результатов исследования. | | 10 | | 10 |  | 6 |
| **Контроль:** | | | | | | | **36** |
| **Всего по дисциплине:** | | **48** | | **36** | |  | **24** |

\*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

# **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **5.1 Рекомендуемая литература**

|  |  |
| --- | --- |
| **Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)** | **Электронные ресурсы** |
| Чернов, Виктор Петрович. Модели операционного и производственного менеджмента : учебное пособие / В.П.Чернов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский гос. экономический ун-т, Высшая экономическая школа. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЭУ, 2017. | [http://opac.unecon.ru/elibrary ... BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE.pdf](http://opac.unecon.ru/elibrary/2015/ucheb/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE.pdf) |
| Чернов, Виктор Петрович. Математические модели и методы в экономике и менеджменте : учеб. пособие / В.П.Чернов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. ун-т экономики и финансов, Каф. экон. кибернетики и экон.-мат. методов. Электрон. текстовые дан. (1584КБ). СПб. : Изд-во СПбГУЭФ, 2010. | <http://opac.unecon.ru/elibrary/elib/338912468.pdf> |
| Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — 7-е изд, — Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 398 с | <https://znanium.com/read?id=358152> |

## **5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства**

|  |
| --- |
| - 7-Zip |
| - ОС Альт образование 10 |
| - Офисный пакет LibreOffice |
| - Adobe Reader |
| - LibreOffice Base |
| - LibreOffice Calc |
| - LibreOffice Writer |

## **5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование СПБД/ ИСС** |
| 1. | Электронная библиотека Grebennikon.ru – [www.grebennikon.ru](http://www.grebennikon.ru) |
| 2. | Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru |
| 3. | Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru |
| 4. | База данных ПОЛПРЕД Справочники – [www.polpred.com](http://www.polpred.com) |
| 5. | База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary  [www.oecd-ilibrary.org](http://www.oecd-ilibrary.org) |
| 6. | Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.consultant.ru) |
| 7. | Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru) |
| 8. | Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.kodeks.ru) |
| 9. | Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru |
| 10. | Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru |
| 11. | Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) |
| 12. | Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru |

# **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Помещения оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование учебных аудиторий, перечень** | **Адрес (местоположение) учебных аудиторий** |
| Ауд. 2010 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 60 посадочных мест, рабочее место преподавателя, стол м/м - 1 шт., доска меловая - 2 шт., кафедра - 1 шт., стул - 2 шт., Компьютер Intel i3-2100 2.4 Ghz /4Gb/500Gb/Acer V193 19" - 1 шт., Мультимедийный проектор Optoma x 400 - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2061 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 80 посадочных мест, рабочее место преподавателя, стол - 1 шт., доска меловая (3-х секционная) - 1 шт., кафедра - 1 шт., стульев - 2 шт. Переносной мультимедийный комплект: Ноутбук HP 250 G6 1WY58EA, Мультимедийный проектор LG PF1500G. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2063 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 50 посадочных места, рабочее место преподавателя, доска маркерная 1шт., кафедра 1шт., стол 1шт., стул 2шт. Компьютер Intel i3-2100 2.4 Ghz/500/4/Acer V193 19" - 1 шт., Проектор Epson EB 410W - 1 шт., Интерактивная доска Interwrite DualBoard 1285 - 1 шт., Точка беспроводного доступа Wi-Fi Тип 2 UBIQUITI UAP-AC-HD - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2020 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя , доска маркерная на колесиках 2 шт., стол 1шт., стул 6шт., жалюзи 2шт., вешалка стойка 2шт.Компьютер Intel I5-7400/16Gb/1Tb/ видеокарта NVIDIA GeForce GT 710/Монитор DELL S2218H - 25 шт., Шкаф телекоммуникационный настенный ЦМО ШРН-Э-6.650 - 1 шт., , Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Мультимедийный проектор Optoma x 400 - 1 шт., Экран подпружинен.ручной MW Cinerollo 200х200см (S/N) - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |

# **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться со следующими документами:

* учебно-методической документацией;
* локальными нормативными актами, регламентирующими основные вопросы организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
* графиком консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава.

Уровень и глубина освоения дисциплины определяются активной и систематической работой обучающихся на лекционных занятиях, занятиях семинарского типа, выполнением самостоятельной работы, в том числе в части выделения наиболее значимых и актуальных проблем для дальнейшего изучения. Особым условием качественного освоения дисциплины является эффективная организация труда, позволяющая распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком учебного процесса.

При подготовке к учебным занятиям обучающимся предоставляется возможность посещения консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава СПбГЭУ согласно расписанию, установленному в графике консультаций.

Аудиторная и внеаудиторная работа обучающихся должна быть направлена на формирование:

* фундаментальных основ мировоззрения обучающихся и естественнонаучного познания;
* базисных знаний, соответствующих направлению подготовки и заявленной профессиональной области, формирующих целевую и профессиональную основу для подготовки кадров;
* профессиональных компетенций ориентированных на удовлетворение потребностей рынка труда;
* индивидуальной траектории посредством освоения уникального набора профессиональных компетенций дополняющих компетентностную модель обучающегося, за счет ориентации на конкретные профессиональные специализированные области знаний, определяемые представителями рынка труда;
* метанавыков обучающихся, таких как: командная работа и лидерство, анализ данных, цифровые навыки, разработка и реализация проектов, межкультурное взаимодействие.

# **8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

## **1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации**

1. Понятие стратегии управления запасами.

2. Классификация затрат в моделях управления запасами.

3. Критерий оптимальности в моделях управления запасами.

4. Предпосылки простейшей модели управления запасами и вывод формул Уилсона.

5. Модель управления запасами с незадолженным дефицитом.

6. Модель управления запасами с задолженным дефицитом.

7. Модель управления запасами с растянутой поставкой.

8. Модель управления запасами с растянутой поставкой и задолженным дефицитом.

9. Последовательность компьютерных моделей управления запасами.

10. Организация обработки статистики в компьютерных моделях управления запасами.

11. Определение величины страхового запаса в компьютерных моделях управления запасами.

12. Общая схема системы обслуживания.

13. Три свойства потоков требований.

14. Пуассоновский поток в дискретном времени.

15. Вывод формулы V0(t) для пуассоновского потока.

16. Вывод формул Vk(t) для пуассоновского потока элементарным методом.

17. Графики вероятностей для пуассоновского потока.

18. Параметр и интенсивность пуассоновского потока.

19. Распределение длин интервалов в пуассоновском потоке.

20. Средняя длина интервала в пуассоновском потоке.

21. Нестационарные потоки. Формулы для Vk(t0, t).

22. Мгновенные параметр и интенсивность нестационарного потока.

23. Неординарные потоки. Формулы для начальных вероятностей.

24. Параметр и интенсивность неординарного потока.

25. Марковские цепи. Матрица вероятностей переходов.

26. Марковские цепи. Вероятности перехода за несколько шагов.

27. Марковские цепи. Финальные вероятности состояний и их вычисление.

28. Задача о станке.

29. Марковские процессы.

30. Процессы гибели и рождения.

31. Финальные вероятности состояний для процессов гибели и рождения.

32. СМО с отказами. Функционирование системы как процесс гибели и рождения.

33. СМО с отказами. Финальные вероятности состояний.

34. СМО с отказами. Важнейшие характеристики функционирования системы.

35. Табличная форма представления СМО с отказами в Excel.

36. СМО с ожиданием. Функционирование системы как процесс гибели и рождения.

37. СМО с ожиданием. Финальные вероятности состояний.

38. СМО с ожиданием. Важнейшие характеристики функционирования системы.

39. Табличная форма представления СМО с ожиданием в Excel.

40. СМО с накопителем, ограниченным по объему.

41. СМО с накопителем, ограниченным по объему. Функционирование системы как процесс гибели и рождения.

42. СМО с накопителем, ограниченным по объему. Финальные вероятности состояний.

43. СМО с накопителем, ограниченным по объему. Важнейшие характеристики функционирования системы.

44. СМО с накопителем, ограниченным по времени. Функционирование системы как процесс гибели и рождения.

45. СМО с накопителем, ограниченным по времени. Финальные вероятности состояний.

## **1.2 Темы письменных работ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рабочей программой дисциплины не предусмотрено. |

## **1.3 Контрольные точки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер контрольной точки** | **Тип контрольной точки** | **Способ проведения** | **Номера тем** |
| 1 | Расчетно-графическая работа | с помощью технических средств и информационных систем | 1-3 |
| 2 | Расчетно-графическая работа | с помощью технических средств и информационных систем | 4-5 |
| 3 | Текущий контроль | с помощью технических средств и информационных систем | 1-5 |

## **1.4 Другие объекты оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рабочей программой дисциплины не предусмотрено. |

## **1.5 Самостоятельная работа обучающегося**

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименования самостоятельной работы** | **Номера тем** |
| Выполнение домашних заданий | 1-5 |
| Подготовка к лекционным и практическим занятиям | 1-5 |
| Подготовка к экзамену | 1-5 |

## **1.6** **Шкала оценивания результата**

Шкалы оценивания и процедуры оценивания результатов обучения **по дисциплине** регламентируются Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования и Положением о балльно-рейтинговой системе.

Для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине используется **балльно-рейтинговая система успеваемости обучающихся**:

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен (или дифференцированный зачет), итоговая оценка формируется в соответствии со шкалой, приведенной ниже в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| Баллы | Оценка |
| <=54 | неудовлетворительно |
| 55-69 | удовлетворительно |
| 70-84 | хорошо |
| >=85 | отлично |

**Шкала оценивания результата**

|  |  |
| --- | --- |
| 2 (балл до 54) | Демонстрирует непонимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.  Демонстрируется первичное восприятие материала. Работа незакончена и /или это плагиат. |
| 3 (балл 55-69) | Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых, к заданию выполнены.  Владение элементами заданного материала. В основном выполненный материал понятен и носит целостный характер. |
| 4 (балл 70-84) | Демонстрирует значительное понимание проблемы обозначенной дисциплиной. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Содержание выполненных заданий раскрыто и рассмотрено с разных точек зрения. |
| 5 (балл 85-100) | Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Продемонстрировано уверенное владение материалом дисциплины. Выполненные задания носят целостных характер, выполнены в полном объеме, структурированы, представлены различные точки зрения, продемонстрирован творческий подход. |