**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Исследование операций

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФСУ, Факультет систем управления**
Кафедра: **АСУ, Кафедра автоматизированных систем управления**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 26 | 26 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | 28 | 28 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| 4 | Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| 5 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 6 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | | 4.0 | 4.0 | З.Е. |

Экзамен: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 26629

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 6 от «17» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, утвержденного 12.01.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. АСУ | _____ | А. Я. Суханов |
| Заведующий обеспечивающей каф. АСУ | _____ | А. М. Кориков |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФСУ | _____ | П. В. Сенченко |
| Заведующий выпускающей каф. АСУ | _____ | А. М. Кориков |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления (АСУ) | _____ | А. М. Кориков |
| Доцент кафедры автоматизированных систем управления (АСУ) | _____ | А. И. Исакова |

Согласована на портале № 26629

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Овладение методикой операционного исследования, усвоение вопросов теории и практики построения и анализа операционных моделей в системах различного назначения.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей изучения дисциплины является обучение приемам и методам исследования операций, математическим методам оптимизации, а также методам математического моделирования операций и теории игр

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Исследование операций» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Вычислительная математика, Информатика, Методы оптимизации, Программирование.

Последующими дисциплинами являются: Идентификация сложных систем, Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные понятия, утверждения и теоремы теории игр и исследования операций; основные математические модели исследования операций; классификацию систем массового обслуживания и их основные характеристики; математическую модель антагонистической игры, понятие оптимальных стратегий игроков, основные теоремы матричных игр.

– **уметь** применять полученные знания при решении практических задач.

– **владеть** навыками выбора математических моделей исследования операций и их использованием при решении практических задач; навыками анализа решения задач на устойчивость к принятой модели; навыками численного моделирования систем массового обслуживания; основными приемами и методами решения матричных игр.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 26 | 26 |
| Лабораторные работы | 28 | 28 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 30 | 30 |
| Проработка лекционного материала | 24 | 24 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 |

Согласована на портале № 26629

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | | |
| 1 Введение. Основные определения исследования операций. | 2 | 0 | 2 | 4 | ПК-3 |
| 2 Общая постановка задачи исследования операций. | 2 | 4 | 8 | 14 | ПК-3 |
| 3 Задачи математического программирования. | 4 | 8 | 14 | 26 | ПК-3 |
| 4 Нелинейная оптимизация с ограничениями. | 2 | 0 | 2 | 4 | ПК-3 |
| 5 Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов. | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-3 |
| 6 Основы теории систем массового обслуживания. | 6 | 6 | 10 | 22 | ПК-3 |
| 7 Основы теории игр. | 6 | 4 | 10 | 20 | ПК-3 |
| Итого за семестр | 26 | 28 | 54 | 108 | |
| Итого | 26 | 28 | 54 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Введение. Основные определения исследования операций. | Цели и задачи курса, его взаимосвязь с другими дисциплинами специальности, значение курса в подготовке бакалавров направления Информатика и вычислительная техника. История предмета, основные понятия и определения. Рекомендуемая литература. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Общая постановка задачи исследования операций. | Математические модели операций. Принципы построения математических моделей и их классификации. Общая постановка задачи: детерминированный случай и оптимизация в условиях неопределенности. Оценка операций по нескольким по- | 2 | ПК-3 |

Согласована на портале № 26629

| | | | |
|---|---|---|---|
| | казателям (понятие векторной оптимизации, мультикритериальные задачи). Способы свертки критериев. Оптимальность по Парето. | | |
| | Итого | 2 | |
| 3 Задачи математического программирования. | Постановка и классификация задач математического программирования. Линейное программирование. Симплекс метод. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность к принятой модели. Пример анализа на чувствительность на основе графического решения задачи. Анализ на чувствительность задачи линейного программирования с помощью двойственной задачи. Задачи динамического программирования: общая постановка и схема решения. Смешанно-целочисленное программирование. Задачи стохастического программирования (задачи с неопределенными параметрами). | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Нелинейная оптимизация с ограничениями. | Необходимые условия оптимальности (Куна-Такера). Экономическая интерпретация множителей Куна-Такера. Достаточные условия оптимальности. Седловые точки и функции Лагранжа. Примеры задач нелинейного программирования. | 2 | ПК-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов. | Марковские случайные процессы. Потоки событий. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний. Предельные вероятности состояний. Процессы гибели и размножения. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Основы теории систем массового обслуживания. | Основные определения и понятия. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики. Метод численного моделирования (метод Монте-Карло) Датчики случайных чисел в интервале (0,1). Моделирование событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Оценка точности характеристик полученных методом численного моделирования. Моделирование систем массового обслуживания. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Основы теории игр. | Основные понятия теории игр. Формы представления игр. Равновесие Нэша. Антагонистические игры: определение матричной игры, решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях, решение игр m на n сведением к задаче линейного программирования. Бесконечные антагонистические игры и их решение. Игры многих лиц: общие понятия, конечные бескоалиционные игры, кооперативные игры. Ядро и вектор Шепли. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 26629

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 26 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Вычислительная математика | | | + | + | | | |
| 2 Информатика | + | + | | | | | |
| 3 Методы оптимизации | + | + | + | + | | | |
| 4 Программирование | | | | | + | + | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Идентификация сложных систем | + | + | | + | | | |
| 2 Преддипломная практика | + | + | + | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПК-3 | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 2 Общая постановка задачи исследования операций. | Свертка критериев векторной операции. Решение задачи линейного программирования и анализ на чувствительность к принятой модели. | 4 | ПК-3 |

Согласована на портале № 26629

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 3 Задачи математического программирования. | Решение задач динамического программирования. Задача о распределении ресурсов. | 2 | ПК-3 |
| | Решение задачи нелинейного и стохастического программирования с помощью генетического алгоритма, методов дифференциальной эволюции и метода роя частиц. | 6 | |
| | Итого | 8 | |
| 5 Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов. | Метод Монте-Карло и генерация случайных величин с заданным законом распределения. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Основы теории систем массового обслуживания. | Моделирование системы массового обслуживания. | 6 | ПК-3 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Основы теории игр. | Решение матричных задач теории игр в смешанных стратегиях. Решение коалиционных игр. | 4 | ПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Введение. Основные определения исследования операций. | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Общая постановка задачи исследования операций. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 3 Задачи математического программирования. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |

Согласована на портале № 26629

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 14 | | |
| 4 Нелинейная оптимизация с ограничениями. | Проработка лекционного материала | 2 | ПК-3 | Опрос на занятиях, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Итого | 2 | | |
| 5 Моделирование операций по схеме марковских случайных процессов. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Основы теории систем массового обслуживания. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 7 Основы теории игр. | Проработка лекционного материала | 4 | ПК-3 | Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | | |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Защита отчета | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Собеседование | 2 | 2 | 3 | 7 |
| Тест | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 19 | 20 | 31 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |

Согласована на портале № 26629

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Нарастающим итогом | 19 | 39 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Исследование операций : Учебник для вузов / Е. В. Шикин, Г. Е. Шикина ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. - М. : Проспект, 2006. - 275[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Шапкин А.С., Мазаева Н.П. Математические методы и модели исследования операций: учебник для вузов/ 4-е изд. - М.: Дашков и К°, 2007 (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Шикин Е.В., Шикина Г.Е. Исследование операций: учебник для вузов/ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. - М. : Проспект, 2006 (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

3. Вентцель Е.С. Исследование операций (задачи, принципы, методология) М.: Наука. 1988. − 208 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

4. Давыдов Э.Г. Исследование операций: учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа. 1990. − 382 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

5. Исследование операций : учебник для вузов / Ю. И. Дегтярев. - М. : Высшая школа, 1986. - 319[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

6. Исследование операций в экономике : Учебное пособие для вузов / Н. Ш. Кремер [и др.] ; ред. : Н. Ш. Кремер. - М. : ЮНИТИ, 2006. - 407[1] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Астафуров В.Г. Исследование операций: методические указания по выполнению лабо-

Согласована на портале № 26629

раторных работ. Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. − 58 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.)

2. Суханов А.Я. Исследование операций: Учебное методическое пособие по лабораторным занятиям, самостоятельной и индивидуальной работе студентов – 58 с. [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/090301/d49/090301-d49-work.doc (для зарегистрированных пользователей) [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/090301/d49/090301-d49-work.doc, дата обращения: 22.05.2018.

### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://elibrary.ru
2. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
3. http://znanium.com/catalog/tbk/51/
4. https://e.lanbook.com/
5. http://znanium.com/catalog/tbk/6/

# 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

## 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Кондиционер;

Согласована на портале № 26629

- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Code::Blocks
– GNU Octave
– IntelliJ
– Mathworks Matlab
– Notepad++
– Ramus

### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 26629

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Всякое мероприятие или система действий, объединённые единым замыслом и направленные на достижение какой-то цели называется:

a) Операция.
b) Стратегия.
c) Деятельность.
d) Организационный процесс.

2. лица и коллективы, объединенные организационным руководством и активно стремящиеся (в рамках данной операции) к достижению поставленной цели это

a) Оперирующая сторона.
b) Организация.
c) Компания.
d) Группа.

3. Совокупностью материальных, энергетических, денежных, трудовых и других ресурсов, а также организационных возможностей, используемых оперирующей стороной для обеспечения успешного хода операции и достижения ее цели называется

a) Активные средства.
b) Активные возможности.
c) Благоприятные факторы.
d) Действующие факторы.

4. Допустимые способы расходования имеющихся активных средств оперирующей стороной называется:

a) Стратегия.
b) Возможности.
c) Ресурсные траты.
d) Разрешения.

5. К какому виду действующих факторов относится время отправления автобусов по расписанию с точки зрения автотранспортного управления:

a) Контролируемые.
b) Неконтролируемые.
c) Неэффективные.
d) Эффективные.

6. К какому виду действующих факторов относится время прихода маршрутного такси с точностью до секунд с точки зрения пассажира на остановке

a) Неопределенные, неконтролируемые.
b) Определенные, неконтролируемые.
c) Контролируемые.
d) Определенные.

7. К какому виду действующих факторов относится мощность двигателя с точки зрения гонщика:

a) Определенные, неконтролируемые.
b) Контролируемые.
c) Неопределенные, неконтролируемые.

Согласована на портале № 26629

d) Неопределенные.

8. Показатель эффективности часто называют:
a) Целевой функцией.
b) целевым значением.
c) Стратегией.
d) Действующим фактором.

9. Каким образом в математическую модель задачи войдут контролируемые факторы
a) Как переменные.
b) Как константы.
c) Как случайные величины.
d) Как операции.

10. Каким образом в математическую модель задачи войдут неконтролируемые определенные факторы
a) Как константы.
b) Как переменные.
c) Как случайные величины.
d) Как операции.

12. Каким образом в математическую модель задачи войдут неконтролируемые неопределенные факторы
a) Как случайные величины.
b) Как переменные.
c) Как константы.
d) Как операции.

13. Задача вида x1+x2+x3->min, x1<5, x2>15 относится к:
a) К задаче линейного программирования.
b) К задаче квадратичного программирования.
c) К задаче динамического программирования.
d) К полиномиальной модели.

14. Основные способы решения задачи исследования операций в условиях неопределенности
a) Замена в целевой функции случайных величин оценками их дисперсий.
b) Сведение задачи к детерминированной путем замены случайных величин оценками их средних значений.
c) Сведение задачи к детерминированной путем замены случайных величин их случайной реализацией.
d) Оптимизация среднеквадратичного отклонения критерия эффективности.

15. Критерий эффективности операции и ее решение в условиях неопределенности определяется из решения задачи оптимизации следующем образом:
Многомерный интеграл по W(x1,x2..xn,a1..am,y1..yl)f(y1..ys)dy1..dys->max, какая величина при этом оптимизируется:
a) Среднее значение критерия эффективности, где f(y1..ys) - плотность вероятности распределения случайных величин y1..ys.
b) Среднее значение критерия эффективности, где f(y1..ys) - функция распределения случайных величин y1..ys.
c) Дисперсия критерия эффективности, где f(y1..ys) - функция распределения случайных величин y1..ys.
d) Дисперсия критерия эффективности, где f(y1..ys) - плотность вероятности распределения

Согласована на портале № 26629

случайных величин y1..ys.

16. Для двухкритериальной векторной операции с минимизацией обоих критериев найдено десять возможных решений (2,3), (4,4), (6,4), (1,4), (0,4), (4,3), (3,3), (2,2), (5,2), (3,4) составляющих область допустимых решений, какие из них представляют собой область компромиссов:

a) (2,2) (0,4).
b) (0,4)(2,3).
c) (0,4)(3,3).
d) (3,3)(2,2).

17. В области согласия для двухкритериальной векторной операции можно найти решение:

a) которое лучше данного решения.
b) которое не принадлежит области согласия.
c) выходящее за область допустимых решений.
d) которое принадлежит области компромиссов.

18. В области компромиссов для двухкритериальной векторной операции можно найти решение:

a) которое лучше данного решения.
b) которое лучше по одному критерию, но хуже по другому.
c) выходящее за область допустимых решений.
d) которое принадлежит области согласия.

19. Экономическая свертка критериев представима в виде:

a) суммы взвешенных критериев.
b) произведения критериев.
c) произведения взвешенных критериев.
d) максимального из критериев.

20. Корпорация ведет войну и продает оружие за деньги, доход корпорации выражается в денежном эквиваленте, есть выигрыш в войне, либо проигрыш, как лучше описать свертку такой операции (где s - доход, g - выигрыш/проигрыш принимающий значения 1/0).

a) g*s->max.
b) g+s->max.
c) g/max(s)->max.
d) g/s->max.

21. В области компромиссов сравниваются два решения с точки зрения абсолютной справедливой уступки, какое из них лучше если они равны (2,1) и (0,3) соответственно и решается задача максимизации.

a) (0,3).
b) (2,1).
c) Оба одинаковы.
d) Оба разные.

22. В области компромиссов сравниваются два решения с точки зрения абсолютной справедливой уступки, какое из них лучше если они равны (2,1) и (0,5) соответственно и решается задача максимизации.

a) (0,5).
b) (2,1).
c) Оба одинаковы.
d) Нет ответа.

23. Принцип оптимальности выражается математически через:

Согласована на портале № 26629

a) Функцию Беллмана.

b) Функцию выигрыша.

c) Функцию перехода в новое состояние.

d) Интеграл Римана.

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Билет 1.

1. Определения исследований операций и примеры. Операция, оперирующая сторона, стратегии оперирующей стороны, действующие факторы операции, критерий эффективности операции, состояние операции.

2. Предельные вероятности состояний.

Билет 2.

1. Понятие математической модели операции, классификация моделей и их построение.

2. Процесс «гибели и размножения» и предельные вероятности для него.

Билет 3.

1. Общая постановка задачи исследования операций, детерминированный случай.

2. Основные понятия и определения теории массового обслуживания.

Билет 4.

1. Общая постановка задачи исследования операций, оптимизация решения в условиях неопределенности.

2. Классификация систем массового обслуживания. Характеристики эффективности систем массового обслуживания.

Билет 5.

1. Основные проблемы векторной оптимизации и подходы к их решению: принцип равномерности, принципы абсолютной и относительной справедливой уступки. Оптимальность по Парето.

2. Одноканальная система массового обслуживания и ее основные характеристики.

Билет 6.

1. Способы свертки критериев.

2. Многоканальная система массового обслуживания и ее основные характеристики.

Билет 7.

1. Постановка и классификация задач математического программирования.

2. Моделирование равномерного распределения в интервале (0,1).

Билет 8.

1. Графическое решение задачи линейного программирования.

2. Моделирование дискретных и непрерывных случайных величин.

Билет 9.

1. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность к принятой модели (три задачи анализа на чувствительность).

2. Оценки точности характеристик, полученных методом Монте-Карло

Билет 10.

1. Решение задач нелинейного программирования.

2. Основные понятия и определения теории игр.

Билет 11.

1. Решение задач смешанно целочисленного программирования. Примеры задач. Способы приведения к задачам СЦП.

2. Позиционная форма игры.

Билет 12.

1. Решение задач стохастического программирования.

2. Матричная форма игры.

Билет 13.

1. Симплекс метод.

2. Решение матричных игр двух лиц с нулевой суммой. Принцип минимакса. Критерии Байеса, Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

Билет 14.

Согласована на портале № 26629

1. Динамическое программирование как метод оптимизации. Общая характеристика метода, примеры. Преимущества и недостатки.

2. Равновесие Нэша.

Билет 15.

1. Процедура построения оптимального управления методом динамического программирования.

2. Упрощение игр.

Билет 16.

1. Задача распределения ресурсов.

2. Решение и геометрическая интерпретация игр 2 на 2 в смешанных стратегиях.

Билет 17.

1. Задача динамического программирования с мультипликативным критерием.

2. Решение игр 2 на m в смешанных стратегиях.

Билет 18.

1. Понятие марковского случайного процесса с дискретным и непрерывным временем.

2. Решение игр n на m.

Билет 19.

1. Поток событий, простейший поток событий.

2. Коалиционные игры. Вектор Шепли.

Билет 20.

1. Уравнения Колмогорова для вероятностей состояний.

2. Коалиционные игры. Ядро. Сепаратистские тенденции.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Математические модели операций. Принципы построения математических моделей и их классификации. Общая постановка задачи: детерминированный случай и оптимизация в условиях неопределенности. Оценка операций по нескольким показателям (понятие векторной оптимизации, мультикритериальные задачи). Способы свертки критериев. Оптимальность по Парето.

Постановка и классификация задач математического программирования. Линейное программирование. Симплекс метод. Анализ решения задачи линейного программирования на чувствительность к принятой модели. Пример анализа на чувствительность на основе графического решения задачи. Анализ на чувствительность задачи линейного программирования с помощью двойственной задачи. Задачи динамического программирования: общая постановка и схема решения. Смешанно-целочисленное программирование. Задачи стохастического программирования (задачи с неопределенными параметрами).

Необходимые условия оптимальности (Куна-Такера). Экономическая интерпретация множителей Куна-Такера. Достаточные условия оптимальности. Седловые точки и функции Лагранжа. Примеры задач нелинейного программирования.

Основные определения и понятия. Простейшие системы массового обслуживания и их характеристики. Метод численного моделирования (метод Монте-Карло) Датчики случайных чисел в интервале (0,1). Моделирование событий, дискретных и непрерывных случайных величин. Оценка точности характеристик полученных методом численного моделирования. Моделирование систем массового обслуживания.

Основные понятия теории игр. Формы представления игр. Равновесие Нэша. Антагонистические игры: определение матричной игры, решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях, решение игр m на n сведением к задаче линейного программирования. Бесконечные антагонистические игры и их решение. Игры многих лиц: общие понятия, конечные бескоалиционные игры, кооперативные игры. Ядро и вектор Шепли.

### 14.1.4. Вопросы на собеседование

Привести пример свертки векторной операции. Например, при оптимизации дохода от продажи оружия и цели состоящей в выигрыше в войне.

Доказать, что коэффициенты Куна-Таккера в задаче о производстве носят смысл увеличения дохода, при увеличении ресурса на единицу.

Согласована на портале № 26629

### 14.1.5. Темы домашних заданий

1) Привести пример операции, указать оперирующую сторону, действующие факторы операции, указать какие из них контролируемые, определенные или неопределенные или неконтролируемые, указать критерий эффективности.

2) Записать свертку для векторной операции, в которой целью является прибытие из пункта А в пункт Б за минимальное время, при минимальных повреждениях транспортного средства. Путь от пункта А до пункта Б состоит из трех участков, хотя бы на одном из участков максимальная скорость должна превышать 100 км/ч. На каждом из участков дается от 1 до 5 баллов, необходимо набрать максимум баллов, и не менее 3 баллов на каждом из участков.

3) Вывести ошибку погрешности метода Монте-Карло при вычислении объема геометрической фигуры на основе среднеквадратического отклонения для случайной величины отношения количества попавших в фигуру точек к общему числу точек. Если случайная величина количества попавших точек равна сумме случайных величин, принимающих значение 1 если точка попала в фигуру и 0 если не попала.

4) Доказать, что при решении двойственного задачи линейного программирования о производстве, будет решена вторая задача анализа на чувствительность. Как двойственные переменные будут связаны с коэффициентами Куна-Таккера.

5) Сгенерировать случайные числа равномерного распределения на основе экспоненты, а также на основе плохообусловленной матрицы.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Свертка критериев векторной операции.

Решение задачи линейного программирования и анализ на чувствительность к принятой модели.

Решение задач динамического программирования. Задача о распределении ресурсов.

Метод Монте-Карло и генерация случайных величин с заданным законом распределения.

Моделирование системы массового обслуживания.

Решение матричных задач теории игр в смешанных стратегиях. Решение коалиционных игр.

Решение задачи нелинейного и стохастического программирования с помощью генетического алгоритма, методов дифференциальной эволюции и метода роя частиц.

## 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

Согласована на портале № 26629

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 26629