

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

И. о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ Васilenko B.H.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов  
(наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки

19.04.01 Биотехнология

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки

Технологии получения продукции с использованием микробиологического синтеза,  
биокатализа, геной инженерии и нанобиотехнологий

Квалификация (степень) выпускника

**Магистр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований);

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сферах: производства пищевого белка, ферментных препаратов, пребиотиков, пробиотиков, синбиотиков, функциональных пищевых продуктов (включая лечебные, профилактические и детские), пищевых ингредиентов, в том числе витаминов и функциональных смесей; глубокой переработки пищевого сырья; производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности);

26 Химическое, химико-технологическое производство (в сфере производства продуктов ферментативных реакций, микробиологического синтеза и биотрансформаций)

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

научно-исследовательский;

педагогический;

производственно-технологический;

организационно-управленческий.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.08.2021 № 737.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ № п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> – адаптирует и применяет современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
2	ОПК-3.	Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> – Разрабатывает алгоритмы программ в сфере биотехнологий, используя современные программные пакеты и средства программирования для проведения инженерных, технологических,

	разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности	технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ
--	---	--

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> – адаптирует и применяет современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Знает современные методы обработки информации, применяемые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет применять элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
	Владеет навыками использования современных методов обработки информации при проведении расчетов в задачах профессиональной деятельности
ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> – Разрабатывает алгоритмы программ в сфере биотехнологий, используя современные программные пакеты и средства программирования для проведения инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ	Знает современные программные пакеты, используемые для моделирования и оптимизации технологических процессов
	Умеет применять современные средства программирования для проведения расчетов в задачах профессиональной деятельности
	Владеет навыками разработки алгоритмов программ в сфере биотехнологий

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ООП.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных в бакалавриате при изучении обучающимися дисциплин: Математика, Информатика.

Дисциплина является предшествующей для изучения: производственная практика, преддипломная практика, выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		1
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b> в т. ч. аудиторные занятия:	<b>54,05</b>	<b>54,05</b>
Лекции	17	17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>		
Практические/лабораторные занятия	17/17	17/17
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	17	17
Консультации текущие	0,85	0,85

Консультации перед экзаменом	2	2
Экзамен	0,2	0,2
<b>Вид аттестации (экзамен)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>20,15</b>	<b>20,15</b>
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6	6
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	6	6
Домашнее задание	10,15	10,15

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Содержание раздела (указывается в дидактических единицах)	Трудоемкость раздела, часы
1.	Многокритериальная оптимизация	Классификация задач математического программирования. Задачи на распределение ресурсов. Транспортная задача. Задача о назначении. Целочисленные задачи линейного программирования. Задача о рюкзаке. Многокритериальные задачи линейного программирования. Метод STEM.	23
2.	Математическое моделирование метаболических путей	Граф состояний системы. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности. Метод анализа стационарных потоков (FBA). Задача оптимизации для произвольного числа метаболитов и реакций.	18
3.	Машинное обучение	Классификация задач обработки данных. Информативность и выбор признаков. Применение машинного обучения в аналитике. K-means и C-means кластеризация, классификация. Основы языка Python: основные функции, синтаксис, типы данных.	28,15

### 5.2 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	Виды учебных занятий		
				Проработка материалов по лекциям, учебникам,	Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	Домашнее задание

				учебным пособиям		
1.	Многокритериальная оптимизация	5	12	2	2	2
2.	Математическое моделирование метаболических путей	4	8	2	2	2
3.	Машинное обучение	8	14	2	2	4,15

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1.	Многокритериальная оптимизация	Классификация задач линейного программирования. Транспортная задача, задача на распределение ресурсов, задача о назначении, задача о рюкзаке. Многокритериальные задачи линейного программирования. Метод STEM.	5
2.	Математическое моделирование метаболических путей	Метод FBA. Стехиометрическая матрица. Математическая модель стационарного метаболизма.	4
3.	Машинное обучение	Классификация задач обработки данных. Информативность и выбор признаков. Применение машинного обучения в аналитике. K-means и C-means кластеризация, классификация. Основы языка Python: основные функции, синтаксис, типы данных. DataMining: инструменты, основные библиотеки. Технологии хранения больших данных. Парадигма NoSQL.	8

### 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, час
1	Многокритериальная оптимизация	Задачи на распределение ресурсов	1
		Задачи булева программирования	1
		Многокритериальная задача математического программирования	3
	Математическое моделирование метаболических путей	Метод анализа стационарных потоков (FBA)	2

		Задача оптимизации для произвольного числа метаболитов и реакций	2
3	Машинное обучение	Задачи классификации и кластеризации.	2
		Основы языка Python	2
		K-means и C-means кластеризация, классификация	4

### 5.2.3 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, час
1.	Многокритериальная оптимизация	Решение задачи на распределение ресурсов средствами компьютерных технологий	3
		Решение задачи булева программирования средствами компьютерных технологий.	3
		Решение многокритериальной задачи линейного программирования методом STEM	6
2	Математическое моделирование метаболических путей	Реализация метода анализа стационарных потоков (FBA) средствами компьютерных технологий	4
		Решение задачи оптимизации для произвольного числа метаболитов и реакций средствами компьютерных технологий	4
3	Машинное обучение	Основные функции, синтаксис, типы данных языка Python	1
		Инструменты, основные библиотеки для работы с данными	5
		Примеры анализа данных с помощью языка Python	8

### 5.2.4 Самостоятельная работа студентов (СРС)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость, час
1.	Многокритериальная оптимизация	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2
		Домашнее задание	2
2.	Математическое моделирование метаболических путей	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к	2

		практическим/лабораторным занятиям	
		Домашнее задание	2
3.	Машинное обучение	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	2
		Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	2
		Домашнее задание	4,15

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Волченко, В. И. Оптимизация технологических процессов : учебное пособие / В. И. Волченко, И. Э. Бражная. — Мурманск : МГТУ, 2020. — 80 с. <https://e.lanbook.com/book/176303>

2. Воронина, В. В. Теория и практика машинного обучения : учебное пособие / В. В. Воронина. — Ульяновск : УлГТУ, 2017. — 290 с. <https://e.lanbook.com/book/165053>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Гришагин, В. А. Анализ многокритериальных задач оптимизации методом линейной свертки : учебно-методическое пособие / В. А. Гришагин. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 40 с. <https://e.lanbook.com/book/191494>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Никитин, Б. Е. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине " Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов ": для студентов, обучающихся по направлению 19.04.01 - " Биотехнология " / Б. Е. Никитин. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. <https://education.vsu.ru/mod/glossary/view.php?id=38766>

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gow.ru">http://minobrnauki.gow.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

### 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного

обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры», «Интернет-экзамен» и пр.

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

#### **Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

#### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории:

Ауд. № 401 Учебная аудитория для проведения учебных занятий Аудио-визуальная система лекционных аудиторий (мультимедийный проектор Epson EB-X18, настенный экран Screen Media)

Ауд. № 339 Компьютерный класс Компьютеры - 16 шт., проектор View Sonic PJD5255

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.;

Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

#### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Оценочные материалы(ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля).

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах»

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
к рабочей программе

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения**

<b>Виды учебной работы</b>	<b>Всего часов (акад.)</b>	<b>Семестр 1 (акад.)</b>
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<b><i>Контактная работа, в т.ч.::</i></b>	19,6	19,6
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Консультации текущие	3,4	3,4
Виды аттестации:экзамен	0,2	0,2
<b><i>Самостоятельная работа:</i></b>	85,6	85,6
Проработка материала по конспекту лекций (подготовка к тестированию, собеседование)	4	4
Проработка материала по учебнику (подготовка к тестированию, собеседование)	61,6	61,6
Выполнение контрольной работы	10	10
Оформление текста контрольной работы	10	10
Контроль	6,8	6,8

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ОПК-2	Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> – адаптирует и применяет современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-3.	Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> – Разрабатывает алгоритмы программ в сфере биотехнологий, используя современные программные пакеты и средства программирования для проведения инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** современные методы обработки информации, применяемые для решения задач профессиональной деятельности; современные программные пакеты, используемые для моделирования и оптимизации технологических процессов.

**Уметь:** применять элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности; применять современные средства программирования для проведения расчетов в задачах профессиональной деятельности.

**Владеть:** навыками использования современных методов обработки информации при проведении расчетов в задачах профессиональной деятельности; навыками разработки алгоритмов программ в сфере биотехнологий.

**Содержание разделов дисциплины**

Классификация задач математического программирования. Задачи на распределение ресурсов. Транспортная задача. Задача о назначении. Целочисленные задачи линейного программирования. Задача о рюкзаке. Многокритериальные задачи линейного программирования. Метод STEM. Граф состояний системы. Уравнения Колмогорова. Предельные вероятности. Метод анализа стационарных потоков (FBA). Задача оптимизации для произвольного числа метаболитов и реакций. Классификация задач обработки данных. Информативность и выбор признаков. Применение машинного обучения в аналитике. K-means и C-means кластеризация, классификация. Основы языка Python: основные функции, синтаксис, типы данных.

)

## Приложение

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине

**Моделирование и оптимизация биотехнологических процессов**

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-2	Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> – адаптирует и применяет современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
2	ОПК-3.	Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> – Разрабатывает алгоритмы программ в сфере биотехнологий, используя современные программные пакеты и средства программирования для проведения инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> – адаптирует и применяет современные методы обработки информации для решения инженерно-технических и инженерно-технологических задач, проведения расчетов и моделирования, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Знает современные методы обработки информации, применяемые для решения задач профессиональной деятельности
	Умеет применять элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
	Владеет навыками использования современных методов обработки информации при проведении расчетов в задачах профессиональной деятельности
ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> – Разрабатывает алгоритмы программ в сфере биотехнологий, используя современные программные пакеты и средства программирования для проведения инженерных, технологических, технико-экономических расчетов, контроля и управления, моделирования и оптимизации технологических процессов, выполнения проектных работ	Знает современные программные пакеты, используемые для моделирования и оптимизации технологических процессов
	Умеет применять современные средства программирования для проведения расчетов в задачах профессиональной деятельности
	Владеет навыками разработки алгоритмов программ в сфере биотехнологий

## 2 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Многокритериальная оптимизация	ОПК-2, ОПК-3	(Банк тестовых заданий)	1-15	Бланочное или компьютерное тестирование (процентная шкала)
			Задание к лабораторным работам	39-46	Проверка преподавателем (зачтено/ не зачтено)
			(Кейс-задача)	26-37	Проверка преподавателем (зачтено/ не зачтено)
			Собеседование (экзамен)	50-55	Контроль преподавателем (уровневая шкала)
2	Математическое моделирование метаболических путей	ОПК-2, ОПК-3	(Банк тестовых заданий)	1-15	Бланочное или компьютерное тестирование (процентная шкала)
			Задание к практическим занятиям	47-49	Проверка преподавателем (зачтено/ не зачтено)
			Собеседование (экзамен)		Контроль преподавателем (уровневая шкала)
			(Кейс-задача)	26-37	Проверка преподавателем (зачтено/ не зачтено)
3	Машинное обучение	ОПК-2, ОПК-3	(Банк тестовых заданий)	16-25	Бланочное или компьютерное тестирование (процентная шкала)
			(Кейс-задача)	38	Проверка преподавателем (зачтено/ не зачтено)
			Собеседование (экзамен)	55-60	Контроль преподавателем (уровневая шкала)

## 3 Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 3.1 Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1 ОПК-3 (Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)

1. Если прямая задача является задачей на максимум и имеет ограничения со знаком « $\leq$ », то двойственная задача будет являться:

- а) задачей на минимум и иметь ограничения со знаком « $\leq$ »;
- б) задачей на максимум и иметь ограничения со знаком « $\geq$ »;
- в) задачей на минимум и иметь ограничения со знаком « $\geq$ »;
- г) задачей на максимум и иметь ограничения со знаком « $\leq$ ».

2. Двойственной к задаче линейного программирования

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 - 2x_3 \leq 9 \\ -x_1 - 6x_2 + x_3 \leq 5 \\ 3x_1 + x_2 - x_3 \leq 4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2x_1 - x_2 + 7x_3 \rightarrow \max$$

является задача:

$$\text{а) } \begin{cases} 5x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 9 \\ -x_1 - 6x_2 + x_3 \geq 5 \\ 3x_1 + x_2 - x_3 \geq 4 \\ x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2x_1 - x_2 + 7x_3 \rightarrow \min$$

$$\text{в) } \begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \leq 2 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \leq -1 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \leq 7 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 9y_1 + 5y_2 + 4y_3 \rightarrow \max$$

$$\text{б) } \begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \leq 9 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \leq 5 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \leq 4 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 2y_1 - y_2 + 7y_3 \rightarrow \max$$

$$\text{г) } \begin{cases} 5y_1 - y_2 + 3y_3 \geq 2 \\ y_1 - 6y_2 + y_3 \geq -1 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 \geq 7 \\ y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{cases}$$

$$z = 9y_1 + 5y_2 + 4y_3 \rightarrow \min$$

3. Если одна из взаимно двойственных задач имеет оптимальное решение, то другая задача:

- а) имеет решение, причем линейная функция этой задачи не ограничена;
- б) имеет решение, причем оптимальные значения линейных функций задач равны;
- в) не имеет решения, так как условия задачи противоречивы.

4. Пусть имеется транспортная задача линейного программирования с вектором запасов  $a = (a_1, \dots, a_m)$  и вектором запросов  $b = (b_1, \dots, b_n)$ , у которой  $\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$ . Тогда для решения транспортной задачи вводят:

- а) фиктивного поставщика с запасом  $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ ;
- б) фиктивного потребителя с запросом  $\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$ ;
- в) фиктивного поставщика с запасом  $\sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$ ;
- г) фиктивного потребителя с запросом  $\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ .

5. Решение называют оптимальным, ...

- если оно по тем или иным признакам предпочтительнее других
- если оно рационально
- если оно согласовано с начальством
- если оно утверждено общим собранием

## 6. Математическое программирование ...

занимается изучением экстремальных задач и разработкой методов их решения  
представляет собой процесс создания программ для компьютера под руководством математиков  
занимается решением математических задач на компьютере

## 7. Задача линейного программирования состоит в ...

отыскании наибольшего (наименьшего) значения линейной функции при наличии линейных ограничений  
создании линейной программы на избранном языке программирования, предназначенной для решения поставленной задачи  
описании линейного алгоритма решения заданной задачи

## 8. В задачах целочисленного программирования...

неизвестные могут принимать только целочисленные значения  
целевая функция должна обязательно принять целое значение, а неизвестные могут быть любыми  
целевой функцией является числовая константа

9. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30. Данная задача является ...

задачей линейного программирования  
задачей, решаемой методом динамического программирования  
задачей нелинейного программирования  
задачей сетевого планирования.

10. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В - 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30. Целевой функцией данной задачи является функция ...

$$F(x_1, x_2) = 3x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 25x_1 + 30x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 2x_1 + x_2 \rightarrow \max$$

$$F(x_1, x_2) = 60 - 2x_1 - x_2 \rightarrow \min$$

11. Для решения следующей транспортной задачи

	50	90
20	3	9
30	4	1
100	6	8

необходимо ввести...

фиктивного потребителя

фиктивного поставщика;  
эффективный тариф;  
эффективную процентную ставку  
12. Для решения следующей транспортной задачи

	50	130
20	3	9
30	4	1
100	6	8

необходимо ввести...

фиктивного поставщика;  
фиктивного потребителя  
эффективный тариф  
эффективную процентную ставку.

13. Транспортная задача

	30	100
20	3	9
30	4	1
100	6	8

является...

открытой  
закрытой  
неразрешимой

14. Транспортная задача

	50	100
20	3	9
30	4	1
100	6	8

является...

закрытой  
открытой  
неразрешимой

**ОПК-2 (Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)**

15. В каком случае обычно используются Excel, Python и R?

Разовый анализ  
Анализ личных расходов  
Отслеживание KPI  
Анализ на постоянной основе

16. Почему важна визуализация?

Доверие к информации выше, когда она подана визуально  
Визуализация позволяет видеть то, что видит компьютер  
Визуализация усложняет восприятие с увеличением разнообразия данных  
Ускоряет обработку потоковой информации

17. Выберите неверное утверждение

Метод k-средних не гарантирует достижение глобального минимума  
Кластерный анализ всегда дает удовлетворительные результаты

Анализ рыночных корзин является классическим примером задачи поиска ассоциативных правил  
Алгоритм Apriori является алгоритмом поиска ассоциативных правил

18. Генеральная совокупность - это...

Полный набор объектов, с которым связана изучаемая проблема

Набор ассоциаций данной системы

Динамическое множество входных параметров

Окончательная совокупность объектов системы в целом

19. К каким алгоритмам классификации относится метод ближайших соседей?

Метрическим

Логическим

Линейным

Нет верного ответа

20. Строгое математическое правило, по которому принимается или отвергается статистическая гипотеза, - это

Статистический критерий

Статистическая выборка

Статистическая гипотеза

Задача кластеризации

21. Что такое ROC-кривая?

Графическая характеристика качества бинарного классификатора, которая показывает зависимость величины TPR от величины FPR

Распределение вероятностей, которое в одномерном случае задается функцией плотности вероятности

Это кривая на двойственной проективной плоскости, состоящая из касательных к заданной гладкой кривой

Общее название для параметрических кривых, образ которых содержит квадрат

22. Технология машинного обучения, когда нет ответов и требуется искать зависимости между объектами, называется ...

Самостоятельное обучение

Обучение без учителя

Обучение с учителем

Обучение по зависимостям

23. Линейным классификатором называется

Поверхность, разделяющая объекты на два «лагеря»

Множество объектов на поверхности принадлежащих одной классификации

Линия, проходящая через все объекты

Алгоритм классификации, основанный на построении линейной разделяющей поверхности

24. Чем отличаются ошибки первого и второго рода при принятии решений?

Ошибка первого рода значительнее, нежели второго

Ошибка второго рода не обнаруживает различия, которые есть, а первого обнаруживает, которых нет

Ошибка второго рода значительнее, нежели первого

Ошибка первого рода не обнаруживает различия, которых нет, а второго обнаруживает

25. Графическая характеристика качества бинарного классификатора ROC-кривая показывает зависимость

Величины TPR (доля верных положительных классификаций) от величины FPR(доля ложных положительных классификаций)

Величины FPR(доля ложных положительных классификаций)  
от величины TPR (доля верных положительных классификаций)

Величины TNR (доля верных отрицательных классификаций) от величины FPR(доля ложных положительных классификаций)

Величины FPR(доля ложных положительных классификаций)  
от величины TNR (доля верных отрицательных классификаций)

*Ключ к тестам (1-в, 2-г, 3-б, 4-г, 3-1, 6-1, 7-1, 8-1, 9-1, 10-1, 11-1, 12-1, 13-1, 14-1, 15-1, 16-1, 17-1, 18-1, 19-1, 20-1, 21-1, 22-2, 23-4, 24-2, 25-1).*

### 3.2 Кейс- задания

**3.2.1 ОПК-3(Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)**

**3.2.2 ОПК-2(Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)**

**Задание:** Дать развернутые ответы на следующие ситуационные задания

Номер вопроса	Текст задания																										
26	<p>Предприятие производит два продукта А и В, рынок сбыта которых не ограничен. Каждый продукт должен быть обработан на каждом из трех типов оборудования ОБ1, ОБ2, ОБ3. Время обработки для каждого из продуктов А и В представлено в табл.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><thead><tr><th></th><th>ОБ1</th><th>ОБ2</th><th>ОБ3</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td>0,5</td><td>0,4</td><td>0,2</td></tr><tr><td></td><td>0,25</td><td>0,3</td><td>0,4</td></tr></tbody></table> <p>Фонд времени работы оборудования в неделю для ОБ1, ОБ2, ОБ3 соответственно 40, 36 и 36 часов. Прибыль от продуктов А и В соответственно 5 и 3 тыс. руб. Необходимо определить недельные нормы выпуска продуктов А и В, при котором доход предприятия от реализации всей продукции максимален.</p>		ОБ1	ОБ2	ОБ3		0,5	0,4	0,2		0,25	0,3	0,4														
	ОБ1	ОБ2	ОБ3																								
	0,5	0,4	0,2																								
	0,25	0,3	0,4																								
27	<p>Изготовление продукции двух видов П1 и П2 требует использования четырех видов сырья S1, S2, S3, S4. Запасы каждого сырья ограничены и соответствуют 19, 13, 15, 18 условных единиц. Количество единиц сырья, необходимое для изготовления каждого из видов продукции, заданы в табл.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица</i></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><thead><tr><th rowspan="2">Виды сырья</th><th rowspan="2">Запасы сырья</th><th colspan="2">Виды продукции</th></tr><tr><th>П1</th><th>П2</th></tr></thead><tbody><tr><td>S1</td><td>19</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>S2</td><td>13</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>S3</td><td>15</td><td>0</td><td>3</td></tr><tr><td>S4</td><td>18</td><td>3</td><td>0</td></tr><tr><td>Доход</td><td></td><td>7</td><td>5</td></tr></tbody></table> <p>В последней строке таблицы указан доход, получаемый предприятием от реализации</p>	Виды сырья	Запасы сырья	Виды продукции		П1	П2	S1	19	2	3	S2	13	2	1	S3	15	0	3	S4	18	3	0	Доход		7	5
Виды сырья	Запасы сырья			Виды продукции																							
		П1	П2																								
S1	19	2	3																								
S2	13	2	1																								
S3	15	0	3																								
S4	18	3	0																								
Доход		7	5																								

одной единицы каждого вида продукции.  
Требуется состав такой план выпуска продукции видов П1 и П2, при котором доход предприятия от реализации всей продукции максимален.

28

Пусть дневная потребность в каких-то веществах (ингредиентах), например белках, жирах, углеводах, витаминах и др. задана и известно содержание этих веществ в имеющихся продуктах, а так же цена единицы каждого продукта. Даны три вида продуктов П1, П2 и П3. В табл.4 даны запасы  $i$ -го ингредиента в  $j$ -м виде продукта,  $C_{ij}$  – стоимость некоторой единицы  $j$ -го вида продуктов.

Таблица

Питательные вещества	Виды продукта		
	П1	П2	П3
В1-жиры, 10	3	0	4
В2- белки, 20	10	1	2
В3- углеводы, 30	0	4	3
В4-вода 50	1	6	15
В5-витамины 40	4	6	2
стоимость	32	18	10

Требуется так составить рацион питания, чтобы стоимость его была минимальна, но рацион содержал бы не менее минимальной суточной нормы питательных веществ всех видов  $b_i$ .

29

Предприятие производит три вида продукции (А, В, С), для выпуска каждого из которых требуется определенное время обработки на всех четырех типах оборудования ОБ1, ОБ2, ОБ3 и ОБ4 (табл. 5)

Таблица 5

	Время обработки				Прибыль
	ОБ1	ОБ2	ОБ3	ОБ4	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Пусть время работы оборудования составляет соответственно 84, 42, 21 и 42 ч. Определить, какую продукцию и в каких количествах следует производить, чтобы предприятие получило максимальную прибыль.

30

Изготовление продукции трех видов Прод1, Прод2 и Прод3 требует использования трех видов сырья S1, S2, S3. Запасы каждого сырья ограничены и соответствуют 29, 33, 25 условных единиц. Количество единиц сырья, необходимое для изготовления каждого из видов продукции, заданы в табл.

Таблица

Виды сырья	Виды продукции		
	Прод1	Прод2	Прод3
S1	5	4	4
S2	6	7	2
S3	1	2	7
Доход	4	6	7

В последней строке таблицы указан доход, получаемый предприятием от реализации одной единицы каждого вида продукции.  
Требуется состав такой план выпуска продукции, при котором доход предприятия от реализации всей продукции максимален.

31

Имеется 6 видов сырья, ассортимент ограничен 5 видами колбасных изделий (табл.).

Таблица

Виды колбас	Расход сырья на ед. продукции (кг)					Ресурс мяса
	Любительская	Сервелат	Ростовская	Докторская	Украинская	
Виды сырья						
Говядина в.с.	100	61,5			115,5	10328
Говядина 1 с			61,5	53,8		49785
Свинина жирная				53,8		42796
Грудинка свиная	53,8	38,5		23,1		76934
Свинина шпик			15,4		38,5	14875
Свинина не жирная		53,8	76,4	23,1		57683
Прибыль от ед. продукции	72,5	66	12,5	91	43,6	

Заводу приходится решать задачу: какие колбасных изделий и в каком количестве необходимо производить при имеющихся мощностях, ресурсах сырья, чтобы получить максимальную прибыль

32

Предприятие располагает тремя группами основного технологического оборудования и может выпускать изделия четырех видов А, Б, В и Г. Все изделия имеют практически неограниченный сбыт, нет ограничений и в приобретении необходимых материалов (сырья). Необходимые данные занесены в табл.

Таблица

Оборудование	Время в часах на единицу изделия				Месячный фонд времени работы оборудования
	А	Б	В	Г	
1	0,02	0,03	0,07	0,13	400
2	0,05	0,08	0,02	0	200
3	0,1	0	0,05	0,02	500
Прибыль	0,4	0,2	0,5	0,8	

Требуется определить такие объемы выпуска X1, X2, X3, X4 каждого изделия А, Б, В и Г, которые обеспечивают максимальную прибыль предприятия

33

Изготовление продукции двух видов П1 и П2 требует использования четырех видов сырья S1, S2, S3, S4. Запасы каждого сырья ограничены и соответствуют 19, 13, 15, 18 условных единиц. Количество единиц сырья, необходимое для изготовления каждого из видов продукции, заданы в табл.

Таблица

Виды сырья	Запасы сырья	Виды продукции	
		П1	П2
S1	20	2,2	3,1
S2	14	2,1	1,2
S3	17	0	3

S4	18	3,2	0
Доход		7,1	5,1

В последней строке таблицы указан доход, получаемый предприятием от реализации одной единицы каждого вида продукции.

Требуется состав такой план выпуска продукции видов П1 и П2, при котором доход предприятия от реализации всей продукции максимален.

34

Пусть дневная потребность в каких-то веществах (ингредиентах), например белках, жирах, углеводах, витаминах и др. задана и известно содержание этих веществ в имеющихся продуктах, а так же цена единицы каждого продукта. Даны три вида продуктов П1, П2 и П3. В таблице даны запасы  $i$ -го ингредиента в  $j$ -м виде продукта,  $C_{ij}$  – стоимость некоторой единицы  $j$ -го вида продуктов (табл. ).

Таблица

Питательные вещества	Виды продукта		
	П1	П2	П3
В1-жиры, 10	3,1	0	4
В2- белки, 20	11	1,2	2
В3- углеводы, 30	0	4	3
В4-вода 50	1,2	6,5	15
В5-витамины 40	4,1	6	2
стоимость	34	17	17

Требуется так составить рацион питания, чтобы стоимость его была минимальна, но рацион содержал бы не менее минимальной суточной нормы питательных веществ всех видов  $v_i$ .

35

Предприятие производит три вида продукции (А, В, С), для выпуска каждого из которых требуется определенное время обработки на всех четырех типах оборудования ОБ1, ОБ2, ОБ3 и ОБ4 (табл. ).

Таблица

Вид продукции	Время обработки				Прибыль
	ОБ1	ОБ2	ОБ3	ОБ4	
А	1	3	1	2	3
В	6	1	3	3	6
С	3	3	2	4	4

Пусть время работы оборудования составляет соответственно 82, 44, 23 и 41 ч. Определить, какую продукцию и в каких количествах следует производить, чтобы предприятие получило максимальную прибыль.

36

Предприятие располагает тремя группами основного технологического оборудования и может выпускать изделия четырех видов А, Б, В и Г. Все изделия имеют практически неограниченный сбыт, нет ограничений и в приобретении необходимых материалов (сырья). Необходимые данные занесены в табл. .

Таблица

Оборудование	Время в часах на единицу изделия				Месячный фонд времени работы оборудования
	А	Б	В	Г	
1	0,02	0,03	0,07	0,13	450
2	0,05	0,08	0,02	0	220
3	0,1	0	0,05	0,02	510
Прибыль	0,43	0,21	0,53	0,81	

Требуется определить такие объемы выпуска  $X_1, X_2, X_3, X_4$  каждого изделия А, Б, В и Г, которые обеспечивают максимальную прибыль предприятия.

37	<p>Пусть дневная потребность в каких-то веществах (ингредиентах), например белках, жирах, углеводах, витаминах и др. задана и известно содержание этих веществ в имеющихся продуктах, а так же цена единицы каждого продукта. Даны три вида продуктов П1, П2 и П3. В табл. даны запасы <math>i</math>-го ингредиента в <math>j</math>-м виде продукта, <math>C_{ij}</math> – стоимость некоторой единицы <math>j</math>-го вида продуктов.</p> <p style="text-align: right;"><i>Таблица</i></p> <table border="1" data-bbox="555 448 1279 680"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Питательные вещества</th> <th colspan="3">Виды продукта</th> </tr> <tr> <th>П1</th> <th>П2</th> <th>П3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>В1-жиры, 10</td> <td>3,1</td> <td>0</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>В2- белки, 21</td> <td>11</td> <td>1,2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>В3- углеводы, 32</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>В4-вода 52</td> <td>1,2</td> <td>6,5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>В5-витамины 42</td> <td>4,1</td> <td>6</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>стоимость</td> <td>37</td> <td>18</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table> <p>Требуется так составить рацион питания, чтобы стоимость его была минимальна, но рацион содержал бы не менее минимальной суточной нормы питательных веществ всех видов <math>b_i</math>.</p>	Питательные вещества	Виды продукта			П1	П2	П3	В1-жиры, 10	3,1	0	4	В2- белки, 21	11	1,2	2	В3- углеводы, 32	0	4	3	В4-вода 52	1,2	6,5	15	В5-витамины 42	4,1	6	2	стоимость	37	18	19					
Питательные вещества	Виды продукта																																				
	П1	П2	П3																																		
В1-жиры, 10	3,1	0	4																																		
В2- белки, 21	11	1,2	2																																		
В3- углеводы, 32	0	4	3																																		
В4-вода 52	1,2	6,5	15																																		
В5-витамины 42	4,1	6	2																																		
стоимость	37	18	19																																		
38	<p>Условие задания. По исходным данным, используя библиотеки Pandasi Matplotlib, написать скрипт на Python, с помощью которого вывести описательную статистику по исходным данным. Во время собеседования по заданию, студент отвечает на вопросы, пример которых приведены ниже.</p> <p>Какой текст скрыт?</p>  <pre>df. # вывод первых 2  строк</pre> <table border="1" data-bbox="421 1205 1449 1415"> <thead> <tr> <th></th> <th>Age</th> <th>Growth</th> <th>Shoe size</th> <th>Course number</th> <th>Year of birth</th> <th>Friend number</th> <th>Russian rating</th> <th>Maths rating</th> <th>Physics rating</th> <th>Computer science rating</th> <th>...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>20</td> <td>170</td> <td>40</td> <td>2</td> <td>2002</td> <td>100</td> <td>85</td> <td>86</td> <td>0</td> <td>84</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>22</td> <td>191</td> <td>43</td> <td>7</td> <td>2000</td> <td>307</td> <td>69</td> <td>74</td> <td>64</td> <td>72</td> <td>...</td> </tr> </tbody> </table> <p>2 rows x 48 columns</p>		Age	Growth	Shoe size	Course number	Year of birth	Friend number	Russian rating	Maths rating	Physics rating	Computer science rating	...	0	20	170	40	2	2002	100	85	86	0	84	...	1	22	191	43	7	2000	307	69	74	64	72	...
	Age	Growth	Shoe size	Course number	Year of birth	Friend number	Russian rating	Maths rating	Physics rating	Computer science rating	...																										
0	20	170	40	2	2002	100	85	86	0	84	...																										
1	22	191	43	7	2000	307	69	74	64	72	...																										

### 3.3 Задания к лабораторным работам

- 3.3.1 ОПК-3 (Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)
- 3.3.2 ОПК-2(Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные

**продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)**

**Задание** Рассматривается многокритериальная транспортная задача. Качество вариантов перевозки товаров от поставщиков к потребителям оценивается по трем критериям – суммарные затраты, суммарная безопасность и суммарная комфортность перевозок товаров от поставщиков к потребителям. В качестве исходных данных выступают удельные затраты, удельная безопасность и удельная комфортность на перевозку одной единицы товара от поставщиков к потребителям, а также мощности поставщиков и запросы потребителей. На лабораторных работах в соответствии с вариантом составить математическую модель задачи в виде многокритериальной задачи линейного программирования и решить её в среде Excel.

Номер вопроса	Варианты задания												
39	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	20	4	1	2	4	12	3	6	12	2	10	7	2
	15	3	2	1	4	9	6	3	12	4	7	10	2
	35	2	5	1	2	6	15	3	6	7	1	10	7
	Потр.	10	17	19	24								
40	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	15	2	2	2	4	6	6	6	12	18	10	18	1
	25	3	1	1	3	9	3	3	9	1	14	14	5
	20	3	6	3	4	9	18	9	12	8	18	6	12
	Потр.	20	12	5	9								
41	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	22	1	4	1	9	2	8	2	18	18	10	18	1
	18	9	2	2	8	18	4	4	16	1	14	14	5
	25	6	1	7	3	12	2	14	6	8	18	6	12
	Потр.	15	14	11	25								
42	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	17	2	2	2	4	6	6	6	12	8	8	8	3
	14	3	1	1	3	9	3	3	9	5	10	10	5
	19	3	6	3	4	9	18	9	12	5	1	5	3
	Потр.	10	12	8	20								
43	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	8	4	3	3	1	8	6	6	2	6	5	5	10
	11	3	2	4	8	6	4	8	16	5	7	4	1
	16	5	4	6	3	10	8	12	6	3	6	2	5
	Потр.	4	9	9	13								
43	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность			
	62	1	4	1	9	2	8	2	18	18	10	18	1
	28	9	2	2	8	18	4	4	16	1	14	14	5
	30	6	1	7	3	12	2	14	6	8	18	6	12
	Потр.	11	25	31	33								

44	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность						
	19	2	2	2	4	6	6	6	12	8	8	8	3			
	11	3	1	1	3	9	3	3	9	5	10	10	5			
	18	3	6	3	4	9	18	9	12	5	1	5	3			
	Потр.	12	11	17	8											

45	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность						
	8	4	3	3	1	8	6	6	2	6	5	5	10			
	15	3	2	4	8	6	4	8	16	5	7	4	1			
	12	5	4	6	3	10	8	12	6	3	6	2	5			
	Потр.	4	11	7	13											

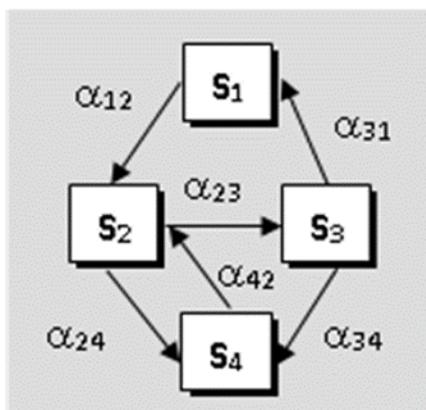
46	Пост.	Затраты				Безопасность				Комфортность						
	60	1	4	1	9	2	8	2	18	18	10	18	1			
	30	9	2	2	8	18	4	4	16	1	14	14	5			
	30	6	1	7	3	12	2	14	6	8	18	6	12			
	Потр.	15	25	27	33											

### 3.4 Задания к практическим занятиям

**3.4.1 ОПК-3 (Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)**

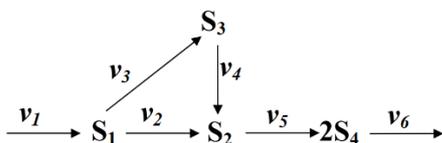
**3.4.2 ОПК-2 (Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)**

47. Состояние системы и вероятности переходов зависят от времени. Система S имеет четыре возможных состояния и граф переходов системы из состояния в состояние представлен на рисунке.



Найти для любого t вероятности всех состояний системы  $p_i(t)$ .

48. Рассматривается схема метаболических реакций  $v_1, v_2, \dots, v_6$ , в результате которых исходный метаболит S1 превращается в метаболит S4, являющийся конечным продуктом. Требуется записать в общем виде систему дифференциальных уравнений. Описывающую изменения во времени всех метаболитов.



49. В условиях предыдущей задачи (48) сформулировать задачу линейного программирования. Необходимо максимизировать выход конечного продукта  $S_4$ , определяемый скоростью  $v_6$ .

### 3.5 Экзамен

#### 3.5.1 ОПК-3 (Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)

Номер вопроса	Текст вопроса
50	Приведите классификацию задач линейного программирования
51	Приведите пример задачи динамического программирования
52	Что содержит по определению множество Парето? Приведите пример
53	Что представляет собой граф переходных состояний системы? Приведите пример уравнений Колмогорова.
54	Назовите основные этапы метода STEM.
55	Приведите классификацию человеко-машинных процедур.

**3.5.2 ОПК-2 (Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)**

Номер вопроса	Текст вопроса
56	Что называется квартилем признака?
57	В чем отличие задачи классификации от задачи кластеризации?
58	В чем отличие обучения с учителем от обучения без учителя?
59	Что такое машинное обучение?
60	Назовите технологии хранения больших данных

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 – 2015 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 – 2016 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине/практике**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-2(Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности)</b>					
Знает современные методы обработки информации, применяемые для решения задач профессиональной деятельности	Тесты (тестовые задания)	Результат тестирования	Студент ответил на 0-49,99% вопросов теста	2 балла	Не освоена/недостаточный
			Студент ответил на 50-69,99% вопросов теста	3 балла	Освоена/базовый
			Студент ответил на 70-84,99% вопросов теста	3 балла	Освоена/повышенный
			Студент ответил на 85-100% вопросов теста	5 баллов	Освоена/повышенный
	Вопросы к экзамену	Знание основных подходов к решению задач многокритериальной оптимизации	Студент ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок	2 балла	Не освоена/недостаточный
			Студент ответил не на все вопросы, в тех, на которые дал ответы, не допустил ошибок	3 балла	Освоена/базовый
			Студент ответил на все вопросы и допустил более 1 ошибки, но не менее 3	4 балла	Освоена/повышенный
			Студент ответил на все вопросы и допустил не более 1 ошибки в ответе	5 баллов	Освоена/повышенный
Умеет применять элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Задание к практическим занятиям	Содержание решения	Модель составлена не верно, задача не решена	Не зачтено	Не освоена
			Модель построена и задача решена верно; по итогам решения сделаны верные выводы.	Зачтено	Освоена/базовый
Владеет навыками использования современных методов обработки информации при проведении расчетов в задачах	Кейс- задание	Содержание решения	Задача не решена.	Не зачтено	Не освоена
			Модель построена и задача решена с помощью	Зачтено	Освоена

профессиональной деятельности			стандартных программных средств верно; по итогам решения сделаны верные выводы.		
<b>ОПК-3(Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности)</b>					
Знает современные программные пакеты, используемые для моделирования и оптимизации технологических процессов	Тесты (тестовые задания)	Результат тестирования	Студент ответил на 0-49,99% вопросов теста	2 балла	Не освоена/недостаточный
			Студент ответил на 50-69,99% вопросов теста	3 балла	Освоена/базовый
			Студент ответил на 70-84,99% вопросов теста	5 балла	Освоена/повышенный
			Студент ответил на 85-100% вопросов теста	5 баллов	Освоена/повышенный
	Вопросы к экзамену	Знание основных подходов в машинном обучении	Студент ответил не на все вопросы, допустил более 5 ошибок	2 балла	Не освоена/недостаточный
			Студент ответил не на все вопросы, в тех, на которые дал ответы, не допустил ошибок	3 балла	Освоена/базовый
			Студент ответил на все вопросы и допустил более 1 ошибки, но не менее 3	6 балла	Освоена/повышенный
			Студент ответил на все вопросы и допустил не более 1 ошибки в ответе	5 баллов	Освоена/повышенный
Умеет применять современные средства программирования для проведения расчетов в задачах профессиональной деятельности	Задание к лабораторным работам	Содержание решения	Модель составлена не верно, задача не решена	Не зачтено	Не освоена
			Модель построена и задача решена верно; по итогам решения сделаны верные выводы.	Зачтено	Освоена/базовый
Владеет навыками разработки алгоритмов программ в сфере биотехнологий	Кейс- задание	Содержание решения	Задача не решена.	Не зачтено	Не освоена
			Модель построена и задача решена с помощью стандартных программных средств верно; по итогам решения сделаны верные выводы.	Зачтено	Освоена

