

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Таныгин Максим Олегович

Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики

Дата подписания: 13.03.2024 15:49:20

Уникальный программный ключ:

65ab2aa0d384efe8480e6a4c688eddbc475e411a

## Аннотация к рабочей программе

### дисциплины «Основы комбинаторной оптимизации»

#### Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы комбинаторной оптимизации» является формирование у студентов базовых знаний о принципах и алгоритмических приемах решения дискретных комбинаторных оптимизационных задач с использованием компьютера.

#### Задачи изучения дисциплины

К задачам изучения дисциплины относятся:

- ознакомление студентов с теоретическими основами дискретной комбинаторной оптимизации;
- ознакомление студентов с распространенными подходами, используемыми при решении задач дискретной комбинаторной оптимизации.

#### компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины

-1.1

/

-1.2

/

-7.3

#### Разделы дисциплины

1. Основные понятия теории комбинаторной оптимизации. Типы задач. Виды ограничений.
2. Понятие и оценка вычислительной сложности алгоритмов. Машина Тьюринга. Классы сложности алгоритмов.
3. Методы полного перебора. Понятие  $r$ -выборок. Сочетания, перестановки, повторения, размещения. Понятие дерева комбинаторного перебора. Стратегия ветвей и границ.
4. Жадные алгоритмы. Понятие тупиков и способы борьбы с ними. Оценка качества решений.
5. Методы случайного перебора. Понятие скорости сходимости. Метод роя частиц. Алгоритм муравьиной колонии. Метод имитации отжига. Генетические алгоритмы. Метод случайных блужданий.
6. Комбинированные методы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации. Методы улучшения решений.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

фундаментальной и прикладной  
информатики

*(наименование ф-та полностью)*

 Т.А. Ширабакина  
*(подпись, инициалы, фамилия)*

«28» 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы комбинаторной оптимизации

*(наименование дисциплины)*

ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы,  
системы и сети»

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 09.03.01 Информатика и вычислительная техника на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «29» марта 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети» на заседании кафедры вычислительной техники «27» июня 2019 г. протокол № 18.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой  д.т.н., профессор Титов В.С.

Разработчик программы

к.т.н.  Ватушин Э.И.

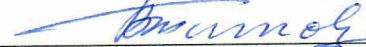
(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:

Директор научной библиотеки  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019г., на заседании кафедры информационных систем и технологий «02» 07 2020г. протокол № 17.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой  Титов В.С.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 02 2020г., на заседании кафедры информационных систем и технологий «30» 06 2020г. протокол № 12.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой  Титов В.С.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021г., на заседании кафедры информационных систем и технологий «30» 06 2022г. протокол № 15.

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой  Герасимов И.И.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «28» 02 2022 г., на заседании кафедры вычислительной техники «31» 08 2023 г. протокол № 1 .  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ *И.И. Чернышова И.И.*

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № «\_\_» 20\_\_ г., на заседании кафедры м «\_\_» 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_ .  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № «\_\_» 20\_\_ г., на заседании кафедры вычислительной техники «\_\_» 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_ .  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № «\_\_» 20\_\_ г., на заседании кафедры вычислительной техники «\_\_» 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_ .  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», одобренного Ученым советом университета протокол № «\_\_» 20\_\_ г., на заседании кафедры вычислительной техники «\_\_» 20\_\_ г. протокол № \_\_\_\_ .  
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# 1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

## 1.1 Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы комбинаторной оптимизации» является формирование у студентов базовых знаний о принципах и алгоритмических приемах решения дискретных комбинаторных оптимизационных задач с использованием компьютера.

## 1.2 Задачи дисциплины

К задачам изучения дисциплины относятся:

- ознакомление студентов с теоретическими основами дискретной комбинаторной оптимизации;
- ознакомление студентов с распространенными подходами, используемыми при решении задач дискретной комбинаторной оптимизации.

## 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-1	Способен проводить юзабилити-исследование программных продуктов и/или аппаратных средств	ПК-1.1 Тестирует программные и/или аппаратные продукты	<b>Знать:</b> методы тестирования программных и аппаратных продуктов <b>Уметь:</b> проводить тестирование программных и аппаратных продуктов <b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов
		ПК-1.2 Обрабатывает данные тестирования программных и/или аппаратных продуктов	<b>Знать:</b> методы статистической обработки данных тестирования программных и аппаратных продуктов <b>Уметь:</b> обрабатывать данные тестирования программных и аппаратных продуктов <b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов
ПК-7	Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	ПК-7.3 Моделирует дискретные системы	<b>Знать:</b> принципы организации и моделирования дискретных систем <b>Уметь:</b> проводить моделирование дискретных систем <b>Иметь опыт деятельности</b> в области оптимизации дискретных систем

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основы комбинаторной оптимизации» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль, специализация) «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети». Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц (з.е.), академических 108 часа.

Таблица 3 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36,1
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	0
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	71,9
Контроль (подготовка к экзамену)	
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрено
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

№ п.п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	2	3
1. _	Основные понятия теории комбинаторной оп-	Дискретные задачи оптимизации. Непрерывные задачи оптимизации. Стохастические задачи оптимизации. Примеры задач и их

	тимизации	решений
	Типы задач. Виды ограничений	Виды целевых функций и их аргументов. Линейные, квадратичные, нелинейные ограничения. Геометрический смысл ограничений. Ограничения в дискретных задачах
2. _	Понятие и оценка вычислительной сложности алгоритмов. Машина Тьюринга. Классы сложности алгоритмов	Виды машин Тьюринга. Классы сложности алгоритмов. Полиномиальная сводимость задач. Понятие временной и емкостной сложности алгоритмов.
3. _	Методы полного перебора. Понятие $g$ -выборок. Сочетания, перестановки, повторения, размещения	Методы полного перебора. Дерево комбинаторного перебора. Виды обхода дерева комбинаторного перебора. Обходы с ограничением глубины и числа ветвей. Типы $g$ -выборок. Алгоритмы формирования $g$ -выборок.
	Понятие дерева комбинаторного перебора. Стратегия ветвей и границ	Дерево комбинаторного перебора. Алгоритмы обхода дерева комбинаторного перебора. Алгоритмы обхода с ограничением глубины и числа ветвей. Ранее отсечение неперспективных решений по стратегии ветвей и границ.
4. _	Жадные алгоритмы. Понятие тупиков и способы борьбы с ними. Оценка качества решений	Весовые функции приращения качества решения. Последовательные методы. Понятие жадных методов. Практические примеры жадных методов. Применение жадных методов в условиях наличия ограничений. Проблема тупиков и способы их обхода.
5. _	Методы случайного перебора. Понятие скорости сходимости	Понятие итерационных методов. Стохастические методы оптимизации. Методы случайного перебора. Особенности генерации псевдослучайных чисел. Оценка качества решений, понятие скорости сходимости.
	Метод роя частиц. Алгоритм муравьиной колонии. Метод имитации отжига. Генетические алгоритмы. Метод случайных блужданий	Биоинспирированные методы решения дискретных оптимизационных задач. Поведение муравьев в природе и его математическая абстракция. Принцип феромонного взвешивания перспективных ветвей дерева комбинаторного перебора. Понятие элитарных муравьев. Модифицирующие операции. Понятие методов случайных блужданий и имитации отжига. Понятие метаоптимизации. Скрещивание готовых решений, проблема получения корректных потомков. Операторы отбора и мутации. Понятие метаоптимизации.
6. _	Комбинированные методы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации. Методы улучшения решений	Понятие гибридизации методов. Виды гибридизации. Модифицирующие операции для изменения текущих решений. Применение методов дискретной оптимизации для улучшения текущих решений.

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (темы) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час.	№, лаб.	№, пр.,			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основные понятия теории комбинаторной оптимизации. Типы задач. Виды ограничений.	3			У1, МУ1, МУ2	С	ПК-1

2.	Понятие и оценка вычислительной сложности алгоритмов. Машина Тьюринга. Классы сложности алгоритмов.	3			У1, МУ1, МУ2	С	ПК-7
3.	Методы полного перебора. Понятие г-выборок. Сочетания, перестановки, повторения, размещения. Понятие дерева комбинаторного перебора. Стратегия ветвей и границ.	3	1		У1, МУ1, МУ2	С, ЗО	ПК-1
4.	Жадные алгоритмы. Понятие тупиков и способы борьбы с ними. Оценка качества решений.	3	2		У1, МУ1, МУ2	С, ЗО	ПК-1
5.	Методы случайного перебора. Метод роя частиц. Алгоритм муравьиной колонии. Метод имитации отжига. Генетические алгоритмы. Метод случайных блужданий.	3	3		У1, МУ1, МУ2	С, ЗО	ПК-7
6.	Комбинированные методы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации. Методы улучшения решений.	3			У1, МУ1, МУ2	С, ЗО	ПК-1
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>18</b>				

У-і – учебная литература; МУ-і – методические указания; С – собеседование; ЗО – защита отчета по лабораторной работе в виде собеседования

## 4.2 Лабораторные занятия и (или) практические занятия

### 4.2.1 Лабораторные занятия

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1.	Методы полного перебора и его вариации	4
2.	Жадные алгоритмы	4
3.	Стохастические итерационные методы последовательного формирования решения (методы случайного перебора, метод взвешенного случайного перебора, метод муравьиной колонии)	10
<b>Итого:</b>		<b>18</b>

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов



№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Метод роя частиц.	4-11 недели	12
2	Метод случайных блужданий.	12-18 недели	12
	Подготовка к зачету		12
Итого:			36

### **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств, методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов, вопросов к экзамену, методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

*типографией университета:*

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

### **6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения заня-

тий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№ п/п	Наименование раздела (лекции и лабораторные занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем в часах
1	2	3	4
1.	Комбинированные методы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации. Методы улучшения решений	Разбор конкретных ситуаций	8
Итого:		В часах	8

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный социокультурный и (или) научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общей и (или) профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует духовно-нравственному, гражданскому, патриотическому, правовому, экономическому, профессионально-трудовому, культурно-творческому, физическому, экологическому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для практических и (или) лабораторных занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки (производства, экономики, культуры), высокого профессионализма ученых (представителей производства, деятелей культуры), их ответственности за результаты и последствия деятельности для природы, человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки, культуры, экономики и производства, а также примеры высокой духовной культуры, патриотизма, гражданственности, гуманизма, творческого мышления;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, проектное обучение, деловые игры, разбор конкретных ситуаций, решение кейсов, мастер-классы, круглые столы, диспуты и др.);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе

самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## 7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-1 Способен проводить юзабилити-исследование программных продуктов и/или аппаратных средств	Технологии программирования Математические основы теории бифуркаций электронных схем Основы комбинаторной оптимизации	Системное программное обеспечение Моделирование Математические основы теории динамических систем Методы оптимизации	Микропроцессорные системы Периферийные устройства Устройства человеко-машинного интерфейса Проектирование бортовых электронных средств и интерфейсов Производственная преддипломная практика
		Организация и методология научных исследований	
ПК-7 Способен выполнять работы и управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	Технологии программирования	Системное программное обеспечение Метрология, стандартизация и технические измерения Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ	Параллельное программирование Устройства человеко-машинного интерфейса Проектирование бортовых электронных средств и интерфейсов

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

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ПК-1	ПК-1.1 Тестирует программные и/или аппаратные продукты	<p><b>Знать:</b> методы тестирования программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить тестирование программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы тестирования программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить тестирование программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы тестирования программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить тестирование программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p>
	ПК-1.2 Обрабатывает данные тестирования программных и/или аппаратных продуктов	<p><b>Знать:</b> методы статистической обработки данных тестирования программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> обрабатывать данные тестирования программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы статистической обработки данных тестирования программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> обрабатывать данные тестирования программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> методы статистической обработки данных тестирования программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p> <p><b>Уметь:</b> обрабатывать данные тестирования программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области тестирования программных и аппаратных продуктов на высоком уровне</p>
ПК-7	ПК-7.3 Моделирует дискретные системы	<p><b>Знать:</b> принципы организации и моделирования дискретных систем на пороговом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить моделирование дискретных систем на пороговом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области оптимизации дискретных систем на пороговом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> принципы организации и моделирования дискретных систем на продвинутом уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить моделирование дискретных систем на продвинутом уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области оптимизации дискретных систем на продвинутом уровне</p>	<p><b>Знать:</b> принципы организации и моделирования дискретных систем на высоком уровне</p> <p><b>Уметь:</b> проводить моделирование дискретных систем на высоком уровне</p> <p><b>Иметь опыт деятельности</b> в области оптимизации дискретных систем на высоком уровне</p>

### 7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				наименование	№ № заданий	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные понятия теории комбинаторной оптимизации Типы задач. Виды ограничений	ПК-1	лекция, СРС	вопросы для собеседования	По данной теме	Согласно табл. 7.2
2.	Понятие и оценка вычислительной сложности алгоритмов. Машина Тьюринга. Классы сложности алгоритмов	ПК-7	лекция, СРС	вопросы для собеседования	По данной теме	Согласно табл. 7.2
3.	Методы полного перебора. Понятие г-выборок. Сочетания, перестановки, повторения, размещения Понятие дерева комбинаторного перебора. Стратегия ветвей и границ	ПК-1	лекция, лабораторная работа, СРС	контрольные вопросы к ЛР вопросы для собеседования	№1 По данной теме	Согласно табл. 7.2
4.	Жадные алгоритмы. Понятие тупиков и способы борьбы с ними. Оценка качества решений	ПК-7	лекция, лабораторная работа, СРС	контрольные вопросы к ЛР	№2	согласно табл. 7.2
5.	Методы случайного перебора. Понятие скорости сходимости Метод роя частиц.	ПК-1	лекция, лабораторная работа, СРС	контрольные вопросы к ЛР	№3	согласно табл. 7.2

	Алгоритм муравьиной колонии. Метод имитации отжига. Генетические алгоритмы. Метод случайных блужданий			вопросы для собеседования	По данной теме	
6.	Комбинированные методы решения задач дискретной комбинаторной оптимизации. Методы улучшения решений	ПК-7	лекция, СРС	вопросы для собеседования	По данной теме	согласно табл. 7.2

**Примеры типовых контрольных заданий для собеседования (текущего контроля)**

Примеры тестовых заданий

1. Какая из перечисленных задач не относится к комбинаторным?
  - поиск экстремума функции многих аргументов
  - задача о расстановке ладей
  - задача о ходе коня
  - поиск кратчайшего пути в графе
  - поиск кратчайшего гамильтонова цикла
2. Какая из перечисленных задач не относится к оптимизационным?
  - задача о расстановке ладей
  - задачи целочисленного линейного программирования
  - поиск кратчайшего пути в графе
  - поиск кратчайшего гамильтонова цикла
  - поиск экстремума функции многих аргументов
3. Какая из перечисленных задач не относится к задачам дискретной оптимизации?
  - поиск экстремума непрерывной функции многих аргументов
  - задачи целочисленного линейного программирования
  - поиск кратчайшего пути в графе
  - задача коммивояжера
  - задача о назначениях
4. Что из перечисленного является искомым при решении оптимизационных задач?
  - значения аргументов
  - целевая функция
  - ограничения
  - значение целевой функции
5. Какие из перечисленных задач относятся к труднорешаемым?
  - задачи булева программирования
  - задачи линейного программирования
  - задачи целочисленного линейного программирования
6. Оценки временной и емкостной сложности даются для
  - алгоритмов
  - методов

- программных реализаций
  - аппаратных реализаций
7. Для оценки временной и емкостной сложности алгоритма применяется
- абстракция в виде машины Тьюринга
  - абстракция в виде конечного автомата
  - измерение параметров программной реализации
8. С точки зрения сравнения асимптотик сложности функций  $f(x) = 10 \cdot x^2 + 5 \cdot x + 1$  и  $g(x) = x^2 + x \cdot \log(x)$
- совпадают
  - асимптотическое поведение функции  $f(x)$  лучше
  - асимптотическое поведение функции  $g(x)$  лучше
9. Какая из временных асимптотических сложностей соответствует классу труднорешаемых задач?
- $O(N!)$
  - $O(\log(N))$
  - $O(N)$
  - $O(N^2)$
  - $O(N^2 \cdot \log(N))$
10. Какая из временных асимптотических сложностей соответствует классу полиномиально разрешимых задач?
- $O(N^2)$
  - $O(\text{Exp}(N))$
  - $O(N!)$
  - $O(N^2 \cdot N!)$
  - $O(N^3 + N!)$
11. Выберите задачу, которая имеет точное решение с использованием полиномиального алгоритма
- поиск минимального остовного дерева
  - поиск минимального гамильтонова цикла
  - поиск минимальной раскраски графа
  - поиск минимального представления булевой формулы в заданном базисе
  - задача выполнимости булевой формулы в КНФ
12. Выберите задачу, которая не имеет точного решения с использованием полиномиального алгоритма
- поиск минимальной раскраски графа
  - поиск минимального остовного дерева
  - поиск минимального пути между парой вершин в графе
  - задача о назначениях
  - поиск максимального паросочетания в графе
13. Выберите задачу, для которой не известен точный полиномиальный алгоритм решения и не доказана невозможность его построения
- изоморфизм графов
  - поиск изоморфного подграфа в графе
  - поиск минимальной раскраски графа
  - поиск максимальной по включению клики
  - поиск минимальной гамильтоновой цепи
14. Методы полного перебора основаны на
- переборе всех возможных решений с выбором наилучшего
  - переборе части решений с выбором наилучшего
  - использовании нестрогих правил для выбора перспективных решений
  - использовании стратегии выбора очередного элемента с минимальным приращением целевой функции

- использовании псевдослучайных чисел
15. Жадные алгоритмы основаны на
- использовании стратегии выбора очередного элемента с минимальным приращением целевой функции
  - переборе всех возможных решений с выбором наилучшего
  - переборе части решений с выбором наилучшего
  - использовании нестрогих правил
  - использовании псевдослучайных чисел
16. Стохастические алгоритмы основаны на
- использовании псевдослучайных чисел
  - переборе всех возможных решений с выбором наилучшего
  - использовании нестрогих правил для выбора перспективных решений
  - использовании стратегии выбора очередного элемента с минимальным приращением целевой функции

*Промежуточная аттестация* по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового и/или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

*Умения, навыки(или опыт деятельности) и компетенции* проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

**7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**



Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

– положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

– методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторная работа №1 (Методы полного перебора)	4	Выполнил, но не защитил	6	Выполнил и защитил
Лабораторная работа №2 (Жадные алгоритмы)	4	Выполнил, но не защитил	6	Выполнил и защитил
Лабораторная работа №3 (Алгоритмы стохастической оптимизации)	4	Выполнил, но не защитил	6	Выполнил и защитил
Творческая компонента	0	Не участвовал	6	За участие в конференциях, публикации, задания повышенной сложности индивидуальные научные исследования и т.д.
<i>СРС</i>	<i>12</i>		<i>24</i>	
<i>Итого за успеваемость</i>	<i>24</i>		<i>48</i>	
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
<i>Итого</i>	<i>24</i>		<i>100</i>	

Для *промежуточной аттестации обучающихся*, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Ватутин, Эдуард Игоревич. Основы дискретной комбинаторной оптимизации : учебное пособие : [для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети", "Информатика и вычислительная техника", "Конструирование и технология электронных вычислительных средств", "Комплексная защита объектов информации", "Программная инженерия"] / Э. И. Ватутин, В. С. Титов, С. Г. Емельянов. - Москва : Аргамак-Медиа, 2016. - 270 с. - Текст : непосредственный.

2. Процедурно-модульное программирование на Delphi : учебное пособие / С. Г. Емельянов [и др.]. - Москва : Аргамак-Медиа, 2014. - 352 с. - Текст : непосредственный.

3. Златопольский, Д. М. Программирование: типовые задачи, алгоритмы, методы : учебное пособие / Д. М. Златопольский. - 4-е изд. (эл.). - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 226 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222873> (дата обращения: 14.02.2022) . - Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.

### **8.2 Дополнительная учебная литература**

4. Новиков, Ф. А. Дискретная математика : учебник для магистров и бакалавров / Федор Александрович Новиков. - СПб. [и др.]: Питер, 2011. - 384 с. - Текст : непосредственный.

5. Иванов, Б. Н. Дискретная математика. Алгоритмы и программы : расширенный курс / Б. Н. Иванов. - М.: Известия, 2011. - 512 с. - Текст : непосредственный.

6. Программирование, тестирование, проектирование, нейросети, технологии аппаратно-программных средств (практические задания и способы их решения) : учебник / С. В. Веретехина, К. С. Кармицкий, Д. Д. Лукашин [и др.]. – Москва : Директ-Медиа, 2022. – 144 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=694782> (дата обращения: 05.10.2022) . – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

### **8.3 Перечень методических указаний**

1. Решение дискретных комбинаторных оптимизационных задач с использованием эвристических методов : методические указания по выполнению лабораторной работы для студентов направления подготовки 09.03.01 / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Э. И. Ватутин. - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 30 с. – Текст : электронный.

2. Организация самостоятельной работы студентов : методические указания для студентов направлений подготовки 09.03.01 и 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. С. Титов, И. Е. Чернецкая, Т. А. Шибакина. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 39 с. - Текст : электронный.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал Российское образование.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
3. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
4. <http://www.iqlib.ru> Электронно-библиотечная система IQLib.
5. <http://www.intuit.ru/> Национальный открытый университет дистанционного образования
6. <https://ru.wikipedia.org> Википедия.

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; практические занятия способствуют приобретению опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала яв-

ляется конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

## 11 Перечень информационных технологий

1. ОС Windows 7 (<https://www.microsoft.com>, договор ИТ 000012385).
2. LibreOffice, [ru.libreoffice.org/download/](http://ru.libreoffice.org/download/) (Бесплатная, GNU General Public License).
3. Visual Studio Community? <https://www.visualstudio.com/ru/vs/community> (Бесплатная, лицензионное соглашение).
4. NASM, <http://www.nasm.us/> (Бесплатная, FreeBSD License)
5. Lazarus, <http://www.lazarus.freepascal.org/> (Бесплатная, Freeware)

## 12 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры вычислительной техники оснащены учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска; ПЭВМ INTEL Core i3-7100/H110M-R C/SI White Box LGA1151.mATX/8Gb/1TB/DVDRW/LCD 21.5"/k+m/; Многопроцессорный вычислительный комплекс; Core 2 Duo 1863/2\*DDR2 1024 Mb/2\*HDD 200G/SVGA/DVD-RW/20'LCD\*2/Secret Net; Ноутбук ASUS X50VL PMD – T2330/14"/1024 Mb/160 Gb/ сумка; Проектор in Focus IN24+, экран настенный, видеопроектор.

Стандартно оборудованные лекционные аудитории и аудитории для проведения занятий семинарского типа. Компьютерный класс оснащенный ПК ВаРИАНт PD2160/I C33/2\*512 Mb/HDD 160Gb/DVD-ROM/FDD/ATX 350W/Km/WXP/DFP/17'TFTE 700 или интерактивная панель Интерактивная панель JeminiCo. JQ75MW с ОПС модулем и мобильной стойкой; компьютер в сборе (ТИП-2) или рабочая станция Core 2 Duo 1863/2\*DDR2 1024 Mb/2\*HDD 200G/SVGA/DVD-RW/20'LCD\*2/Secret Net; ПЭВМ INTEL Gore i3-7100/H110M-R C/SI White Box LGA1151.mATX/8GB/1TB/DVDRW/LCD 21.5"/k+m/ в зависимости от предоставленной аудитории.

### **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

