

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156694	Методы решения экстремальных задач в технике и экономике

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Математическое моделирование в технике и экономике	Код ОП 1. 01.04.04/33.01
Направление подготовки 1. Прикладная математика	Код направления и уровня подготовки 1. 01.04.04

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гредасова Надежда Викторовна	канд. физ.-мат. наук	доцент	прикладной математики
2	Сесекин Александр Николаевич	д-р физ.-мат. наук, профессор	профессор	прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Методы решения экстремальных задач в технике и экономике

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль посвящен задачам дискретной оптимизации, методам комбинаторной оптимизации, алгоритмам, основанным на методе динамического программирования, методе ветвей и границ и другим методам. Также рассматриваются эвристические методы решения ряда задач дискретной оптимизации. Курс ориентирован на прикладные задачи, возникающие в энергетике, машиностроении и экономике. Динамическое программирование рассматривается как для дискретных задач, так и для непрерывных

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Дискретная оптимизация	3
2	Динамическое программирование	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Динамическое программирование	ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной	З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях

	<p>деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-2 - Проявлять лидерские качества и умения работать в научном коллективе</p>
	<p>ПК-1 - Способен разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p> <p>У-1 - Выявлять и определять методы для разработки и исследования математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p> <p>П-1 - Иметь опыт разработки и исследования математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p>
<p>Дискретная оптимизация</p>	<p>ОПК-1 - Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>У-1 - Выявлять и определять цели и пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности, опираясь на фундаментальные законы и принципы, с использованием соответствующих целям подходов и методов</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и принципы с использованием</p>

		<p>соответствующих целям подходов и методов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	<p>ПК-1 - Способен разрабатывать и исследовать математические модели объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p> <p>У-1 - Выявлять и определять методы для разработки и исследования математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p> <p>П-1 - Иметь опыт разработки и исследования математических моделей объектов, систем, процессов и технологий, предназначенных для проведения расчетов, анализа, подготовки решения</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дискретная оптимизация

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Гредасова Надежда Викторовна	канд. физ.-мат. наук	доцент	прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Гредасова Надежда Викторовна, доцент, прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Задачи маршрутизации и жадные алгоритмы	Замкнутые и незамкнутые задачи коммивояжера. Ограничения в виде условий предшествования. Простейшие эвристические алгоритмы
P2	Метод ветвей и границ для задачи коммивояжера	Общая схема метода ветвей и границ. Применение метода ветвей и границ к задаче о коммивояжера. Параллельная реализация метода ветвей и границ для решения задачи коммивояжера
P3	Метод динамического программирования для задачи коммивояжера	Вывод уравнения Беллмана для задачи о коммивояжера. Алгоритм построения функции Беллмана для задачи коммивояжера. Некоторые обобщения: задача обхода мегаполисов
P4	Задачи составления расписаний	Упорядочение конечного числа работ для одной машины. Составление расписания для конвейерной системы с двумя машинами. Алгоритм Джонсона. Сетевые задачи упорядочения. Отыскание критического пути
P5	Методы оптимального раскроя промышленных материалов	Решение задачи линейного раскроя методами линейного программирования. Эвристические алгоритмы для задач линейного раскроя

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная оптимизация

Электронные ресурсы (издания)

1. Сигал, И. Х.; Введение в прикладное дискретное программирование: модели и вычислительные алгоритмы : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2007; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69326> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Асанов, М. О.; Дискретная оптимизация : Учеб. пособие.; УралНАУКА, Екатеринбург; 1998 (9 экз.)
2. Зак, Ю. А.; Прикладные задачи теории расписаний и маршрутизации перевозок; URSS : ЛИБРОКОМ, Москва; 2012 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дискретная оптимизация

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения.

			Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Динамическое программирование

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Сесекин Александр Николаевич	д-р физ.-мат. наук, профессор	профессор	прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Сесекин Александр Николаевич, профессор, прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основы методологии математического и компьютерного моделирования.	Предмет дисциплины «Динамическое программирование». Общая методология математического и компьютерного моделирования, ее реализация. Модели математического программирования, примеры. Модели оптимизации управления в динамических системах, примеры. Сетевые модели, примеры.
P2	Основные понятия о динамических системах и их свойствах.	Основные определения и типы динамических систем. Основные задачи оптимизации управления в динамических системах. Дискретные управляемые динамические системы и их свойства. Вывод формулы Коши для линейной дискретной управляемой динамической системы. Алгоритмы решения задачи Коши и краевой задачи для линейной дискретной управляемой динамической системы. Дифференциальные управляемые динамические системы и их свойства. Вывод формулы Коши для линейной дифференциальной управляемой динамической системы. Алгоритмы решения задачи Коши и краевой задачи для линейной дифференциальной управляемой динамической системы.
P3	Метод динамического программирования для решения задачи целочисленной оптимизации.	Постановка задачи целочисленной оптимизации с линейными ограничениями и аддитивным или мультипликативным функционалом. Общая схема метода динамического программирования для данной задачи. Вывод соответствующего уравнения Беллмана. Организация

		вычислительного процесса для нахождения значений функции Беллмана. Модельные примеры.
P4	Метод динамического программирования для решения задачи оптимального управления дискретной динамической системой.	Постановка задачи оптимального управления линейной дискретной динамической системой с линейным аддитивным терминальным функционалом и выпуклыми ограничениями. Вывод соответствующего уравнения Беллмана. Доказательство оптимальности полученного решения рассматриваемой задачи. Организация вычислительного процесса для нахождения значений функции Беллмана. Модельные примеры.
P5	Метод динамического программирования для решения задачи оптимального управления дифференциальной динамической системой.	Постановка задачи оптимального управления линейной дифференциальной динамической системой с линейным аддитивным терминальным функционалом и выпуклыми ограничениями. Вывод соответствующего уравнения Беллмана. Доказательство оптимальности полученного решения рассматриваемой задачи. Организация вычислительного процесса для нахождения значений функции Беллмана. Модельные примеры.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамическое программирование

Электронные ресурсы (издания)

1. Беллман, Р., Р.; Динамическое программирование; Издательство иностранной литературы, Москва; 1960; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447825> (Электронное издание)
2. Струченков, В. И.; Динамическое программирование в примерах и задачах; Директ-Медиа, Москва|Берлин; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457741> (Электронное издание)
3. Васильев, Ф. П.; Методы оптимизации : учебник. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование; МЦНМО, Москва; 2011; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63313> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Беллман; Динамическое программирование и современная теория управления; Наука, Москва; 1969 (6 экз.)
2. Хедли, Дж.; Нелинейное и динамическое программирование; Мир, Москва; 1967 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамическое программирование

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Google Chrome
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Adobe Acrobat Professional 2017 Multiple Platforms Google Chrome
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Google Chrome

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Google Chrome</p>