

ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № УМС-575/01-1

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 09.04.01 Информатика и вычислительная  
техника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	5-9	180- 324	0	32	0	112- 256	0	Э
Итого	5-9	180- 324	0	32	0	112- 256	0	

## АННОТАЦИЯ

Излагаются основные сведения из теории линейного и нелинейного программирования и на их основе рассматриваются наиболее широко применяемые методы поиска экстремума функций – симплекс метод (в различных модификациях), методы целочисленного программирования, методы нелинейного программирования (метод покоординатного спуска, сопряженных направлений, градиентные методы и др.)

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе рассматриваются прикладные методы минимизации линейных и нелинейных функций, используемые при исследовании и разработке сложных технических систем. Кратко излагаются основные сведения из теории линейного и нелинейного программирования и на их основе рассматриваются наиболее широко применяемые методы поиска экстремума функций – симплекс метод (в различных модификациях), методы целочисленного программирования, методы нелинейного программирования (метод покоординатного спуска, сопряженных направлений, градиентные методы и др.)

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для успешного усвоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения дисциплин.

Изучение данной дисциплины необходимо для выполнения НИР, прохождения практик и защиты магистерской диссертации.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	З-ОПК-1 [1] – Знать: основы математики, физики, социально-экономических наук, вычислительной техники и программирования У-ОПК-1 [1] – Уметь: решать нестандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных, общеинженерных и социально-экономических знаний В-ОПК-1 [1] – Владеть: навыками решения нестандартных задач профессиональной деятельности, в том числе в междисциплинарном контексте

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Численные методы вычислений	1-8			25	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1
2	Линейное и нелинейное программирование	9-16			25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		0/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	0	32	0
<b>1-8</b>	<b>Численные методы вычислений</b>	0	16	
1	<b>Введение</b> Введение. Содержание курса. Постановка задачи. Преимущества и ограничения классических методов оптимизации.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
2 - 3	<b>Линейное программирование</b> Линейное программирование. Постановка задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Вырожденные задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса.	Всего аудиторных часов		
			4	
		Онлайн		
4 - 5	<b>Транспортная задача линейного программирования</b> Транспортная задача линейного программирования. Нахождение первого опорного плана. Метод потенциалов теорема о платежах. Теорема об оптимальности. Цикл пересчета.	Всего аудиторных часов		
			4	
		Онлайн		
6	<b>Двойственные задачи линейного программирования</b> Двойственные задачи линейного программирования. Первая теорема двойственности. Вторая теорема двойственности. Двойственный симплекс-метод.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
7 - 8	<b>Дискретное программирование</b> Дискретное программирование. Метод отсечения. Первый алгоритм Гомори. Метод ветвей и границ. Метод зондирования решений. Поиск в глубину и в ширину.	Всего аудиторных часов		
			4	
		Онлайн		
<b>9-16</b>	<b>Линейное и нелинейное программирование</b>	0	16	
9	<b>Нелинейное программирование</b> Нелинейное программирование. Минимизация функций одной переменной. Метод золотого сечения. Метод половинного деления. Метод полиномиальной аппроксимации.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
10 - 11	<b>Безусловная минимизация</b> Безусловная минимизация. Классификация методов. Методы нулевого порядка. Метод покоординатного спуска. Метод Розенброка. Метод Пауэлла.	Всего аудиторных часов		
			4	
		Онлайн		
12	<b>Методы первого порядка</b> Методы первого порядка. Градиентные методы. Сходимость градиентных методов.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
13	<b>Метод сопряженных градиентов</b> Метод сопряженных градиентов. Методы второго порядка. Метод Ньютона. Модификации метода Ньютона.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
14	<b>Методы переменной метрики</b> Методы переменной метрики. Минимизация функций с ограничениями. Метод штрафных функций.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		
15 - 16	<b>Метод возможных направлений</b> Метод возможных направлений. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод	Всего аудиторных часов		
			4	
		Онлайн		

	линеаризации. Другие методы минимизации функций с ограничениями (квадратичное программирование, метод Ньютона, метод покоординатного спуска).			
--	---	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении практических занятий используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени. Электронный материал доступен студентам для использования и самостоятельного изучения на сайте кафедры.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения занятий по курсу.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – <i>«неудовлетворительно»</i>	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М94 Multiple Criteria Decision Analysis : State of the Art Surveys, New York, NY: Springer New York, 2016

2. 512 К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. ЭИ С 33 Задачи маршрутизации перемещений : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
4. ЭИ П 14 Линейное программирование : Учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
5. 519 Л93 Логические базисы. Теорема Поста : учебно-методическое пособие для практических занятий, А. А. Любомудров, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
6. 004 Г95 Основы теории и организации ЭВМ : учебное пособие для вузов, В. В. Гуров, В. О. Чуканов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2012
7. ЭИ С60 Функции алгебры логики : учебно-методическое пособие для практических занятий, Г. Н. Соловьев, А. А. Любомудров, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Л59 Линейное программирование в современных задачах оптимизации : учебное пособие, , Москва: МИФИ, 2008
2. 519 С16 Математическое программирование Ч.1 , , М.: МИФИ, 1978
3. 519 С16 Математическое программирование Ч.2 , , Москва: МИФИ, 1979
4. 512 С60 Функции алгебры логики : учебно-методическое пособие для практических занятий, Г. Н. Соловьев, А. А. Любомудров, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
5. 519 А75 Введение в методы оптимизации. Основы и приложения нелинейного программирования : , М. Аоки, М.: Наука, 1977
6. 519 С91 Линейное программирование : учебно-методическое пособие для вузов, М. В. Сучков, А. П. Горячев, Москва: МИФИ, 2008
7. 519 А39 Дискретная математика : Логика, группы, графы, О. Е. Акимов, М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

### **1. Указания для прослушивания лекций**

Перед началом занятий ознакомиться с учебным планом и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. На каждой лекции следует задавать вопросы как по материалу текущей лекции, так и по ранее прочитанным лекциям.

При изучении лекционного материала обязательно следует сопоставлять его с материалом семинарских и лабораторных занятий.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и материалами из сети Internet.

### **2. Указания для проведения лабораторного практикума**

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

### **3. Указания по выполнению самостоятельной работы**

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **1. Указания для проведения лекций**

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной основной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала кратко напомнить об основных выводах по материалам предыдущей лекции.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

Периодически освещать на лекциях наиболее важные вопросы лабораторного практикума, вызывающие у студентов затруднения.



В середине семестра (ориентировочно после 8-й лекции) обязательно провести контроль знаний студентов по материалам всех прочитанных лекций.

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным лабораторным работам.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения лабораторного практикума

На первом занятии рассказать о лабораторном практикуме в целом (о целях практикума, инструментальных средствах для выполнения лабораторных работ, о порядке отчета по лабораторным работам), провести инструктаж по технике безопасности при работе в лаборатории.

Для выполнения каждой лабораторной работы студентам выдавать индивидуальные задания.

При принятии отчета по каждой лабораторной работе обязательно побеседовать с каждым студентом, задавая контрольные вопросы, направленные на понимание изучаемой в лабораторной работе проблемы.

По каждой работе фиксировать факт выполнения и ответа на контрольные вопросы.

Общий зачет по практикуму должен включать все зачеты по каждой лабораторной работе в отдельности.

Задания на каждую следующую лабораторную работу студенту выдавать по мере выполнения и сдачи предыдущих работ.

Автор(ы):

Любомудров Алексей Алексеевич, к.т.н., с.н.с.

Рецензент(ы):

Гуров В.В.