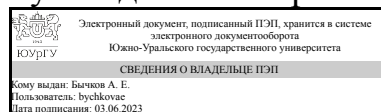


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



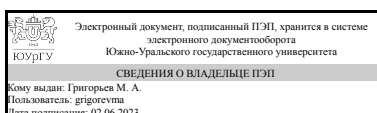
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02 Методы оптимизации  
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

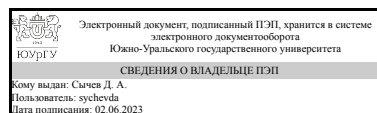
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



Д. А. Сычев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов-бакалавров в области методов поиска оптимальных проектных решений при разработке систем и средств автоматизации технологических процессов и производств. Основные задачи дисциплины: приобретение студентами необходимых знаний для формирования критериев оценки качества проектных решений; приобретение навыков разработки математических моделей оптимизационных задач в области автоматизации; разработка целевых, критериальных и штрафных функций; практическое овладение методами математического программирования для поиска оптимальных проектных решений, разработка алгоритмического обеспечения оптимизационных задач; получение навыков организации коллектива разработчиков при поиске оптимальных проектных решений в области автоматизации технологических процессов и производств.

## Краткое содержание дисциплины

Формирование критериальных, штрафных и целевых функций в оптимизационных задачах проектирования средств и систем автоматизации технологических процессов и производств. Разработка методов оптимизации проектных задач в области автоматизации управления технологическими процессами и производствами. Разработка алгоритмического обеспечения решения оптимизационных задач в области автоматизации технологических процессов и производств. Решение задач оптимизации систем и средств автоматизации технологических процессов и производств. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения практических работ. Вид промежуточной аттестации в четвертом семестре - зачет, в пятом семестре - экзамен.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: Методы формирования критериев оценки качества проектных решений при создании систем и средств автоматизации, параметрических ограничений целевых функций; основные подходы к разработке математических моделей оптимизационных задач в области автоматизации производств; методы линейного и нелинейного целочисленного математического программирования в задачах оптимизации проектных решений в области автоматизации технологических процессов и производств; методы нелинейного математического программирования; методы динамического математического программирования; основные методы алгоритмизации математических моделей; методы автоматизированной поддержки оптимизации проектных решений; методы рациональной организации проектных работ при

	<p>создании систем автоматизации в различных отраслях производства.</p> <p>Умеет: Формировать применительно к конкретным условиям автоматизации производства критерии качества проектных решений; составлять критериальные, штрафные и целевые функции в задачах оптимизации проектных решений; использовать методы математического программирования в задачах оптимизации проектных решений при создании систем и средств автоматизации; разрабатывать алгоритмы решения оптимизационных задач; использовать современное программное обеспечение для поиска оптимальных решений; решать вопросы рациональной организации проектных работ коллективом разработчиков при создании систем автоматизации производства и управления жизненным циклом продукции.</p> <p>Имеет практический опыт: Формирования критериев качества проектных решений в области автоматизации производств различных отраслей промышленности; составления целевых функций оптимизации проектных решений при создании систем и средств автоматизации; выбора способов и методов получения оптимальных проектных решений; использования методов оптимизации целевых функций применительно проектированию систем автоматизации; решения задач оптимизации процессов, систем и средств автоматизации производств различных отраслей промышленности; составления алгоритмов решения оптимизационных задач; навыками использования современных методов автоматизированного решения оптимизационных задач.</p>
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.09 Экономика

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	216	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	105,25	53,75	51,5
Подготовка к зачету.	9	9	0
Подготовка отчетов по практическим работам, подготовка к защите практических работ	40	25	15
Подготовка к экзамену.	18	0	18
Работа с конспектом лекций	38,25	19,75	18,5
Консультации и промежуточная аттестация	14,75	6,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Постановка оптимизационной задачи	6	4	2	0
2	Оптимизация функции одной переменной	26	14	12	0
3	Оптимизация функции нескольких переменных	30	20	10	0
4	Линейное программирование	14	10	4	0
5	Дискретная оптимизация	6	6	0	0
6	Вариационное исчисление	14	10	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Постановка и классификация задач оптимизации.	2
2	1	Разрешимость задач оптимизации. Глобальный и локальные экстремумы. Теорема Вейерштрасса.	2
3	2	Безусловная и условная оптимизация.	2
4	2	Метод наименьших квадратов.	2
5	2	Унимодальные функции. Метод полного перебора.	2
6	2	Метод дихотомии.	2
7	2	Метод золотого сечения.	2
8	2	Метод квадратичной интерполяции.	2
9	2	Метод Ньютона. Сравнение методов одномерного поиска.	2
10	3	Безусловная оптимизация функции многих переменных.	2
11	3	Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума.	2

12	3	Метод покоординатного спуска Гаусса-Зейделя.	2
13	3	Решение задач многомерной оптимизации градиентными методами.	2
14	3	Решение задач многомерной оптимизации методом конфигурации (Хука-Дживса).	2
15	3	Симплексный метод прямого поиска Недлера-Мида.	2
16	3	Метод Ньютона.	2
17	3	Условная оптимизация функции многих переменных. Метод Лагранжа. Условия Куна-Такера.	2
18	3	Задачи оптимизации с ограничениями в форме равенств и неравенств. Штрафные и барьерные функции. Метод штрафных функций.	2
19	3	Метод барьерных функций или метод внутренних штрафных функций.	2
20	4	Постановка задачи линейного программирования. Геометрический метод решения задачи линейного программирования.	2
21	4	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Часть 1	2
22	4	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Часть 2	2
23	4	Транспортная задача линейного программирования.	2
24	4	Решение транспортной задачи методом потенциалов.	2
25	5	Постановка задач дискретной оптимизации. Основные типы задач дискретной оптимизации.	2
26	5	Методы ветвей и границ. Часть 1	2
27	5	Методы ветвей и границ. Часть 2	2
28	6	Основные понятия вариационного исчисления.	2
29	6	Функционал. Вариации функции. Вариации функционала.	2
30	6	Необходимое условие экстремума функционала.	2
31	6	Вариационные задачи с подвижными границами.	2
32	6	Вариационные задачи на условный экстремум.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Определение локальных и глобальных экстремумов. Определение инфинимума и супремума.	2
2	2	Практическая работа № 1 "Метода наименьших квадратов".	2
3	2	Защита практической работы № 1 "Метод наименьших квадратов".	2
4	2	Практическая работа № 2 "Разработка алгоритма однопараметрической оптимизации методом дихотомии".	2
5	2	Практическая работа № 3 "Разработка алгоритма однопараметрической оптимизации методом золотого сечения".	2
6	2	Защита практических работ № 2 "Разработка алгоритма однопараметрической оптимизации методом дихотомии" и № 3 "Разработка алгоритма однопараметрической оптимизации методом золотого сечения".	2
7	2	Решение задач одномерной оптимизации методом Ньютона.	2
8	3	Исследование функции многих переменных на экстремум.	2
9	3	Практическая работа № 4 "Разработка алгоритмов многопараметрической оптимизации градиентными методами".	2
10	3	Защита практической работы № 4 "Разработка алгоритмов многопараметрической оптимизации градиентными методами".	2
11	3	Практическая работа № 5 "Разработка алгоритма многопараметрической оптимизации симплекс-методом"	2

12	3	Защита практической работы № 5 "Разработка алгоритма многопараметрической оптимизации симплекс-методом".	2
13	4	Решение задачи линейного программирования геометрическим и симплекс-методом.	2
14	4	Практическая работа № 6 "Решение транспортной задачи"	2
15	6	Защита практической работы № 6 "Решение транспортной задачи"	2
16	6	Вариационные задачи на условный экстремум.	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету.	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [2] с. 5-100; [3] с. 6-300; [4] с. 4-88; [5] с. 2-340; [6] с. 5-130. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2].	3	9
Подготовка отчетов по практическим работам, подготовка к защите практических работ	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [2] с. 5-100; [3] с. 6-300; [4] с. 4-88; [5] с. 2-340; [6] с. 5-130. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2]; [3].	4	15
Подготовка к экзамену.	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [2] с. 5-100; [3] с. 6-300; [4] с. 4-88; [5] с. 2-340; [6] с. 5-130.. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2]; [3].	4	18
Работа с конспектом лекций	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [3] с. 6-300. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2].	3	19,75
Подготовка отчетов по практическим работам, подготовка к защите практических работ	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [2] с. 5-100; [3] с. 6-300; [4] с. 4-88; [5] с. 2-340. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2]; [3].	3	25
Работа с конспектом лекций	Электронная учебно-методическая документация [1] с. 3-510; [2] с. 5-100; [3] с. 6-300. Информационные справочные системы: [1] Программное обеспечение [1]; [2].	4	18,5

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Практическая работа № 1	0,15	5	Практическая работа № 1 (Контроль разделов 1, 2) Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	зачет
2	3	Текущий контроль	Практическая работа № 2	0,15	5	Практическая работа № 2 (Контроль разделов 1, 2) Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0	зачет

						баллов.	
3	3	Текущий контроль	Практическая работа № 3	0,15	5	<p>Практическая работа № 3 (Контроль разделов 1, 2)</p> <p>Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл;</li> <li>- выводы логичны и обоснованы – 1 балл;</li> <li>- правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.</li> </ul>	зачет
4	3	Текущий контроль	Контрольная работа	0,55	27	<p>Контрольная работа №1 (по разделу 1, 2)</p> <p>Контрольная работа проводится на практическом занятии, в тестовой форме. Количество задания 27.</p> <p>Каждое правильно выполненное предложение в задании контрольной работы оценивается в 1 балл. Неверный ответ оценивается в 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов за контрольную работу/тест – 27 баллов.</p>	зачет
5	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>Студенту выдается тестовая работа, состоящая из 5-ти заданий, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в тестовом задании. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На ответы отводится 1 часа. По истечении этого времени преподаватель проверяет ответы, задает при необходимости уточняющие вопросы и выставляет оценку.</p>	зачет
6	4	Текущий контроль	Практическая работа № 4	0,2	5	<p>Практическая работа № 1 (Контроль разделов 3, 4)</p> <p>Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке</p>	экзамен



						преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	
7	4	Текущий контроль	Практическая работа № 5	0,3	5	Практическая работа № 5 (Контроль разделов 4, 5) Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл; - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
8	4	Текущий контроль	Практическая работа № 6	0,5	5	Практическая работа № 6 (Контроль разделов 5, 6) Практическая работа выполняется каждым студентом самостоятельно, оформленный отчет по работе сдается преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса). Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: - приведены методики расчетов, расчеты безошибочны – 1 балл; - выводы логичны и обоснованы – 1 балл;	экзамен

						- правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу; частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам; неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.	
9	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	Студенту выдается билет, состоящий из 3х заданий, позволяющих оценить сформированность компетенций. Максимальная оценка правильного ответа на каждый вопрос указывается в задании. Частично правильный ответ на вопрос соответствует половине указанных баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На ответы отводится 1 час. По истечении этого времени преподаватель проверяет ответы, задает при необходимости уточняющие вопросы и выставляет оценку.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Оценка за зачет рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>, где <math>R_{тек} = 0,15KM1 + 0,15KM2 + 0,15KM3 + 0,55KM4</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента, <math>R_b</math> – бонус. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math> Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. Шкала перевода рейтинга: «зачтено» - <math>R_d = 100 \dots 60\%</math>, «Не зачтено» - <math>R_d = 0 \dots 59\%</math>.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
экзамен	<p>Оценка за экзамен рассчитывается по рейтингу обучающегося по дисциплине <math>R_d</math> на основе рейтинга по текущему контролю <math>R_{тек}</math> по формуле: <math>R_d = R_{тек} + R_b</math>, где <math>R_{тек} = 0,2 * KM6 + 0,3 * KM7 + 0,5 * KM8</math> рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля с учетом весового коэффициента, <math>R_b</math> – бонус. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации (зачет/экзамен) для улучшения своего рейтинга, который будет рассчитываться по формуле <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па} + R_b</math> Шкала перевода рейтинга в оценку: «Отлично» - <math>R_d = 85 \dots 100\%</math>; «Хорошо» - <math>R_d = 75 \dots 84\%</math>; «Удовлетворительно» - <math>R_d = 60 \dots 74\%</math>; « Неудовлетворительно» - <math>R_d = 0 \dots 59\%</math>. Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающегося выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на экзамене.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
УК-2	Знает: Методы формирования критериев оценки качества проектных решений при создании систем и средств автоматизации, параметрических ограничений целевых функций; основные подходы к разработке математических моделей оптимизационных задач в области автоматизации производств; методы линейного и линейного целочисленного математического программирования в задачах оптимизации проектных решений в области автоматизации технологических процессов и производств; методы нелинейного математического программирования; методы динамического математического программирования; основные методы алгоритмизации математических моделей; методы автоматизированной поддержки оптимизации проектных решений; методы рациональной организации проектных работ при создании систем автоматизации в различных отраслях производства.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-2	Умеет: Формировать применительно к конкретным условиям автоматизации производства критерии качества проектных решений; составлять критериальные, штрафные и целевые функции в задачах оптимизации проектных решений; использовать методы математического программирования в задачах оптимизации проектных решений при создании систем и средств автоматизации; разрабатывать алгоритмы решения оптимизационных задач; использовать современное программное обеспечение для поиска оптимальных решений; решать вопросы рациональной организации проектных работ коллективом разработчиков при создании систем автоматизации производства и управления жизненным циклом продукции.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: Формирования критериев качества проектных решений в области автоматизации производств различных отраслей промышленности; составления целевых функций оптимизации проектных решений при создании систем и средств автоматизации; выбора способов и методов получения оптимальных проектных решений; использования методов оптимизации целевых функций применительно проектированию систем автоматизации; решения задач оптимизации процессов, систем и средств автоматизации производств различных отраслей промышленности; составления алгоритмов решения оптимизационных задач; навыками использования современных методов автоматизированного решения оптимизационных задач.	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:  
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Журавлёв, С. Ю. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие / С. Ю. Журавлёв. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90819>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Журавлёв, С. Ю. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие / С. Ю. Журавлёв. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90819>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. — 4-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-1887-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/67460">https://e.lanbook.com/book/67460</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Крутиков, В. Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В. Н. Крутиков, В. В. Мишечкин. — 2-е изд., доп и перераб. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 106 с. — ISBN 978-5-8353-2437-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/135233">https://e.lanbook.com/book/135233</a> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Струченков, В. И. Методы оптимизации в прикладных задачах : учебное пособие / В. И. Струченков. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — ISBN 978-5-91359-061-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/13781">https://e.lanbook.com/book/13781</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Власов, В. А. Методы оптимизации и оптимального управления : учебное пособие / В. А. Власов, А. О. Толоконский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 88 с. — ISBN 978-5-7262-1806-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75855">https://e.lanbook.com/book/75855</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. — 4-е изд., стер.

		система издательства Лань	— Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 344 с. — ISBN 978-5-8114-1217-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/86017">https://e.lanbook.com/book/86017</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Журавлёв, С. Ю. Методы оптимизации : учебно-методическое пособие / С. Ю. Журавлёв. — Красноярск : КрасГАУ, 2014. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90819">https://e.lanbook.com/book/90819</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	812 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер
Лекции	815 (36)	Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер