

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР

А.В. Бурмистров

« 1 » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.14 «Методы оптимизации»

Направление подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Системный анализ, управление в химических
технологиях»

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет институт управления, автоматизации и информационных
технологий, факультет информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехники

Курс, семестр 3, 5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	45	1,25
Самостоятельная работа	90	2,5
Форма аттестации	зачет, экзамен (27)	0,75
Всего	180	5

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 195 от 11 марта 2015 г.)

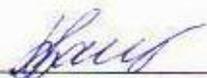
по направлению 27.03.03 «Системный анализ и управление»
(шифр) (наименование)
по профилю подготовки «Системный анализ, управление в химических технологиях»

на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Примерная рабочая программа отсутствует.

Разработчик программы:

профессор
(должность)


(подпись)

Лаптева Т.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системотехники, протокол от 31.05.2019 № 16.

Зав. кафедрой


(подпись)

Зиятдинов Н.Н.
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИУАИТ
от 25.06 2019 г. № 139

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Нургалиев Р.К.
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Кигаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются

а) формирование у студентов знаний методов решения задач линейного, нелинейного и смешанного программирования;

б) ознакомление студентов с принципами работы современных универсальных математических пакетов, пакетов оптимизационных программ, систем построения приложений пользователя;

в) воспитание у студентов навыков и приемов решения задач линейного, нелинейного и смешанного программирования средствами универсальных математических пакетов, пакетов оптимизационных программ.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы оптимизации» относится к дисциплинам вариативной части ООП и формирует у бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Системный анализ и управление», набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Методы оптимизации» бакалавр по направлению подготовки «Системный анализ и управление» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Математика;

б) Информатика;

в) Основы алгоритмизации;

г) Теория и технология программирования.

Дисциплина «Методы оптимизации» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Применение моделирующих программ для анализа и синтеза химико-технологических процессов и систем или Компьютерное моделирование объектов химической технологии;

б) Анализ и синтез химико-технологических процессов и систем;

в) Системы управления химико-технологическими процессами;

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы оптимизации» могут быть использованы при прохождении практик (*производственной, пред-*

дипломной) и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки «Системный анализ и управление».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

2. ОПК-2 способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с традиционными носителями информации, базами знаний;

3. ОПК-7 способностью к освоению новой техники, новых методов и новых технологий;

4. ПК-1 способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) **Знать:** а) классификацию задач оптимизации и соответствующие методы их решения;
б) способы представления типовых оптимизационных задач в универсальных математических пакетах.
- 2) **Уметь:** а) корректно выбирать методы для решения конкретной оптимизационной задачи;
б) корректно выбирать и использовать пакеты прикладных программ для решения типовых оптимизационных задач;
в) адекватно анализировать результаты решения задач оптимизации.
- 3) **Владеть:** а) навыками формирования оптимизационных задач в универсальных математических пакетах;
б) навыками решения типовых оптимизационных задач средствами универсальных математических пакетов.

4. Структура и содержание дисциплины «Методы оптимизации»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)**				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар	Лабораторные работы	СР*	
1	Основные понятия исследования операций	5	2	-	-	10	-
2	Методы решения задач безусловной нелинейной оптимизации	5	4	-	14	30	контрольная работа 1
3	Методы решения задач условной нелинейной оптимизации	5	10	-	27	30	контрольные работы 2-4
4	Методы решения задач глобальной оптимизации	5	2		4	20	
Форма аттестации				Зачет, экзамен (27)			

СР* - самостоятельная работа бакалавра

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия исследования операций	1	1. Основные понятия. Слайд-фильм	Актуализация знаний: необходимое и достаточные условия наличия экстремума функции. Понятие градиента функции. Матричная алгебра.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-7 ПК-1.
		1	2. Выпуклый анализ. Слайд-фильм	Понятие выпуклой функции, выпуклой области. Многоэкстремальность функций. Построение выпуклых нижних оценок. Классификация и характеристика задач оптимизации.	
2	Методы решения задач безусловной нелинейной оптимизации	2	3. Одномерная безусловная оптимизация. Слайд-фильм	Классификация методов. Методы разбиения интервалов. Методы аппроксимации. Методы, использующие информацию о производной функции.	
		2	4. Многомерная безусловная оптимизация. Слайд-фильм	Классификация методов. Методы нулевого порядка. Методы типа спуска: градиента, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, Ньютона. Проблемы использования методов второго порядка. Квазиньютоновские методы: методы с памятью и без.	
3	Методы решения задач условной нелинейной оп-	2	5. Условия Куна-Таккера. Слайд-фильм	Функция Лагранжа. Вывод условий Куна Таккера для двумерного случая. Распространение полученных условий на задачи с ограничениями равен-	

	тимизации			ствами и неравенствами. Проблема выпуклости решаемой задачи.
		3	6. Методы последовательной безусловной оптимизации Слайд-фильм	Формализация задачи оптимизации химико-технологической системы (ХТС). Метод Лагранжа. Метод штрафов. Метод модифицированной функции Лагранжа. Сравнительная характеристика методов. Многоуровневость процедуры решения задачи оптимизации ХТС
		3	7. Методы прямого учета ограничений Слайд-фильм	Метод последовательного квадратичного программирования. Метод внутренней точки. Перспективы развития методов решения задач условной непрерывной оптимизации.
		2	8. Многокритериальная оптимизация Слайд-фильм	Классификация подходов к решению задач многокритериальной оптимизации. Одноэтапные и многоэтапные методы оценок критериев: лексикографическая оптимизация, сведение к однокритериальной оптимизации.
4	Методы решения задач глобальной оптимизации	1	9. Общая характеристика задачи Слайд-фильм	Проблема невыпуклости задач оптимизации ХТС. Эвристические методы. Построение нижней и верхней оценок критерия задачи глобальной оптимизации.
		1	10. Метод ветвей и границ Слайд-фильм	Метод ветвей и границ: основные операции, эвристические правила. Алгоритм метода ветвей и границ.

6. Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Целью проведения лабораторных работ является закрепление теоретического материала и навыков решения задач, соответствующих профилю подготовки бакалавра.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Методы решения задач безусловной нелинейной оптимизации	4	1. Поиск экстремума функции методом градиента, наискорейшего спуска.	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-7 ПК-1
		4	2. Поиск экстремумов функций методами Ньютона и BFGS.	
		2	3. Решение задач безусловной оптимизации в MathCad, управление точностью, настройка методов.	

		2	Контрольная работа 1
		2	4. Задача параметрической идентификации математической модели на примере обратной задачи кинетики
3	Методы решения задач условной нелинейной оптимизации	4	5. Анализ решения задачи условной оптимизации на основе условий Куна-Таккера.
		4	6. Решение задачи условной оптимизации методом штрафов
		3	Контрольная работа 2
		2	7. Формализация задач условной оптимизации в MathCad, управление точностью, настройка методов.
		4	8. Поиск оптимального режима работы замкнутой химико-технологической системы
		2	Контрольная работа 3
		4	9. Оптимальное распределение нагрузок в неоднородной химико-технологической системе
		4	Контрольная работа 4
4	Методы решения смешанных дискретно-нелинейных задач	2	10. Построение нижних выпуклых оценок для невыпуклых функций в задачах глобальной оптимизации
		2	11. Решение задач глобальной оптимизации методом ветвей и границ

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе кафедры системотехники, оборудованном 12 персональными компьютерами с выходом в Интернет, а также мультимедийными средствами отображения презентаций.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СР	Формируемые компетенции
1	Выпуклый анализ	10	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7; ПК-1.
2	Квазиньютоновские методы	20	Проработка теоретического материала.	
3	Эффективность методов безусловной оптимизации	10	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным и контрольным работам.	
4	Решение задач оптимального проектирования ХТС	20	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным и контрольным работам.	
5	Методы решения смешанных дискретно-нелинейных задач	30	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам.	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Методы оптимизации» используется балльно-рейтинговая система. Балльно-рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

При изучении дисциплины предусматривается выполнение 4 контрольных работ. За эти контрольные точки студент может получить максимальное количество баллов 60. По дисциплине «Методы оптимизации» промежуточным видом контроля являются зачет и экзамен. Для получения зачета в семестре необходимо набрать от 36 до 60 баллов. За ответ на экзамене студент получает 40 баллов максимально.

В результате максимальный текущий рейтинг составит 100 баллов.

Оценочные средства	Количество контрольных точек	Min, баллов	Max, баллов
Контрольная работа	4	36	60
Экзамен		24	40
Итого		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы оптимизации» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Островский Г.М. Оптимизация технических систем: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр.	ЭБС BOOK.RU http://www.book.ru/book/934202 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов

подготов. «Системный анализ и управление». – М.: КНОРУС, 2020. – 421 с.	КНИТУ
2. Токарев В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 440 с.	ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/bcode/454017 , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2020. - 424 с.	ЭБС «Znanium» https://znanium.com/catalog/product/1212440 , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Алексеев В.М. Сборник задач по оптимизации [Учебники] : Теория. Примеры. Задачи : задачник для студ. вузов, обуч. по группе математич. напр. и спец. / Моск. гос. ун-т. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 256 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Городецкий, С. Ю. Лекции по нелинейному математическому программированию : учебно-методическое пособие / С. Ю. Городецкий. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. — 173 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/144696 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Островский Г.М. Методы глобальной оптимизации сложных систем: учеб. пособие / Моск. гос. ин-т стали и сплавов. — М.: Учеба, 2005. — 104 с.	40 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Кибзун, А. И. Задачи стохастического программирования с вероятностными критериями / Кибзун А. И. , Кан Ю. С. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 372 с.	ЭБС «Консультант студента» https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111485.html

	доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
--	---

Ю.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы оптимизации» рекомендуется использовать электронные источники информации:

1. Электронная библиотека КНИТУ: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «BOOK» – Режим доступа: <http://www.book.ru/>
3. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «Консультант студента» – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/>
6. ЭБС «Znanium» – Режим доступа: <https://znanium.com/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



Ю.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Методы оптимизации» предусмотрено использование профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования eLIBRARY.RU: www.elibrary.ru
2. Научная электронная библиотека КиберЛенинка: <https://cyberleninka.ru>
3. Образовательный математический сайт exponent.ru: <http://old.exponenta.ru/soft/others/others.asp>
4. Справочная система по SciLab: https://help.scilab.org/docs/5.5.0/ru_RU/
5. Коллекция бесплатных книг FreeBookCentre: <http://www.freebookcentre.net/>

11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных слайдов-фильмов по каждой теме лекционных занятий,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ ноутбук),

2. Лабораторные работы:

- a. компьютерный класс,
- b. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- c. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Методы оптимизации»:

1. MS Office 2007 Russian, Adobe Reader
2. SMath Studio,
3. OSTA VE.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий по дисциплине «Методы оптимизации», проводимых в интерактивных формах, для очной формы обучения составляет 27 часов лабораторных занятий.

Интерактивные часы реализуются с помощью следующих образовательных технологий:

- компьютерные симуляции,
- методы проблемного обучения,
- работа в команде.