

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.10 «Методы оптимизации»

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

Профиль подготовки «Логистические системы и технологии»

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения очная/очно-заочная

Институт, факультет институт управления инновациями,  
факультет социотехнических систем

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехники

Курс, семестр 4, 7 / 4,8\*

	Часы		Зачетные единицы	
	очная	очно-заочная	очная	очно-заочная
Лекции	18	9	0,5	0,25
Практические занятия	-	-	-	-
Семинарские занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	36	9	1,25	0,25
Самостоятельная работа	99	126	2,5	3,5
Форма аттестации	экзамен (27)	экзамен (36)	0,75	1
Всего	180	180	5	5

\*очно-заочная форма обучения

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 «Логистические системы и технологии»

на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Примерная программа по дисциплине 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

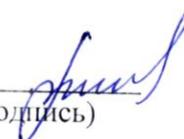
  
(подпись)

Зиятдинов Н.Н.  
(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ФСТС  
от 21.06. 2019 г. № 9

Председатель комиссии, профессор

  
(подпись)

Валеева Н.И.  
(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИУАИТ  
от 25.06. 2019 г. № 13а

Председатель комиссии, доцент

  
(подпись)

Нургалиев Р.К.  
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент

  
(подпись)

Китаева 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 или Теория алгоритмов;*

*г) Теория и технология программирования.*

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

*а) Контроллинг логистических систем;*

*б) Управление логистическими и технологическими инновациями в нефтегазохимическом комплексе.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Методы оптимизации» могут быть использованы при прохождении практик (*производственной, преддипломной*) 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. 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	СРС	
1	Основные понятия исследования операций	7/8*	2/1*	-	-	20/25*	-
2	Методы решения задач безусловной нелинейной оптимизации	7/8*	4/2*	-	16/3*	20/25*	контрольная работа по оценке лабораторных 1
3	Методы решения задач условной линейной и нелинейной оптимизации	7/8*	10/5*	-	16/4*	30/40*	контрольные работы по оценке лабораторных 2-4
4	Методы решения смешанных задач	7/8*	2/1*		4/2*	29/36*	
Форма аттестации					Экзамен, зачет (27/36*)		

\*очно-заочная форма обучения

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	1/0,5*	1. Основные понятия. Слайд-фильм	Актуализация знаний: необходимое и достаточные условия наличия экстремума функции. Понятие градиента функции. Матричная алгебра.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1.
		1/0,5*	2. Выпуклый анализ. Слайд-фильм	Понятие выпуклой функции, выпуклой области. Многоэкстремальность функций. Классификация и характеристика задач оптимизации.	
2	Методы решения задач безусловной нелинейной оптимизации	2/1*	3. Одномерная безусловная оптимизация. Слайд-фильм	Классификация методов. Методы разбиения интервалов. Методы аппроксимации. Методы, использующие информацию о производной функции.	
		2/1*	4. Многомерная безусловная оптимизация. Слайд-фильм	Классификация методов. Методы нулевого порядка. Методы типа спуска.	
3	Методы решения задач условной линейной и нелинейной оптимизации	2/1*	5. Методы линейной оптимизации	Симплекс-метод. Определение начальной точки. Особые случаи решения.	
		2/1*	6. Условия оптимальности. Слайд-фильм	Функция Лагранжа. Вывод условий Куна Таккера для двумерного случая. Распространение полученных условий на задачи с ограничениями равенствами и неравенствами. Проблема	

4	Методы решения смешанных задач			выпуклости решаемой задачи.
		2/1*	7. Методы последовательной безусловной оптимизации Слайд-фильм	Формализация задачи оптимизации сложной системы. Метод Лагранжа. Метод штрафов. Сравнительная характеристика методов. Перспективы развития методов решения задач условной непрерывной оптимизации.
		2/1*	8. Многокритериальная оптимизация Слайд-фильм	Классификация подходов к решению задач многокритериальной оптимизации. Одноэтапные и многоэтапные методы оценок критериев: лексикографическая оптимизация, сведение к однокритериальной оптимизации.
		2/1*	9. Глобальная оптимизация. Слайд-фильм	Проблема невыпуклости задач оптимизации. Метод ветвей и границ: построение нижней и верхней оценок критерия задачи глобальной оптимизации. Алгоритм метода ветвей и границ.
		1/0,5*	10. Общая характеристика задачи Слайд-фильм	Проблема решения дискретно-непрерывных задач оптимизации. Метод сведения к непрерывной задаче, проблема потери решения.
		1/0,5*	11. Метод ветвей и границ Слайд-фильм	Метод ветвей и границ: построение нижней и верхней оценок критерия задачи дискретно-непрерывной оптимизации. Алгоритм метода ветвей и границ.

\*очно-заочная форма обучения

## ***6. Содержание практических/семинарских занятий***

Практические/семинарские 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
1	Основные понятия исследования операций	4/1*	1. Основы работы в SmathStudio.	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1
		2	2. Актуализация знаний. Выполнение операций матричной алгебры. Решение систем алгебраических уравнений.	
2	Методы решения задач безуслов-	4/1*	4. Поиск экстремума функции методом градиента, наискорейшего спуска.	

	ной нелинейной оптимизации	2/1*	6. Решение задач безусловной оптимизации в SmathStudio, управление точностью, настройка методов.
		2	7. Задача параметрической идентификации математической модели
		4/1*	Контрольная работа 1
3	Методы решения задач условной нелинейной оптимизации	4	8. Анализ решения задачи условной оптимизации на основе условий Куна-Таккера.
		2/1*	9. Решение задачи условной оптимизации методом штрафов
		4/1*	Контрольная работа 2
		2/1*	10. Формализация задач условной оптимизации в MathCad, управление точностью, настройка методов.
		4/1*	Контрольная работа 3
4	11. Решение задач глобальной оптимизации методом ветвей и границ		
4	Методы решения смешанных дискретно-нелинейных задач	2/1*	12. Решение задачи смешанной оптимизации в Excel. Настройка метода. Анализ решения.

\*очная/очно-заочная форма обучения

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	10/10*	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам.	ОПК-1; ОПК-2; ПК-1.
2	Градиентные методы	20/30*	Проработка теоретического материала.	
3	Эффективность методов безусловной оптимизации	20/20*	Проработка теоретического материала. Подготовка к лабораторным и контрольным работам.	
4	Решение задач условной оптимизации	34/46*	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным и контрольным работам.	
5	Методы решения смешанных дискретно-нелинейных задач	15/20*	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам.	

\*очная/очно-заочная форма обучения

## **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. Студент, набравший в семестре от 36 до 60 баллов, получает зачет. 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
Ответ на экзамене		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. Токарев В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 440 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/454017">https://urait.ru/bcode/454017</a> , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ

2. Тынкевич, М. А. Практикум по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации» (линейная оптимизация) : учебное пособие / М. А. Тынкевич, Г. Н. Речко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 72 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/115172">https://e.lanbook.com/book/115172</a> доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Козина, А. Т. Математика. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия. Линейное программирование : учебное пособие / А. Т. Козина, Н. Н. Ошарина. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. — 128 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/144714">https://e.lanbook.com/book/144714</a> доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - Москва : Логос, 2020. - 424 с.	ЭБС «Znanium» <a href="https://znanium.com/catalog/product/1212440">https://znanium.com/catalog/product/1212440</a> , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ

### *10.2 Дополнительная литература*

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
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» <a href="https://e.lanbook.com/book/144696">https://e.lanbook.com/book/144696</a> 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

### **10.3. Электронные источники информации**

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

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

**Согласовано:**

Зав.сектором ОКУФ



### **10.4. 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](http://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/](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. OCTAVE.

## ***13. Образовательные технологии***

Удельный вес занятий по дисциплине «Методы оптимизации», проводимых в интерактивных формах, для очной формы обучения составляет 18 часов лабораторных занятий, для очно-заочной формы – 6 часов.

Интерактивные часы реализуются с помощью следующих образовательных технологий:

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