

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР
Бурмистров А.В.
2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 Теория оптимального управления

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
(специальности) процессы в химической технологии, нефтехимии и
биотехнологии»

Профиль подготовки Рациональное использование материальных
и энергетических ресурсов

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная

Институт пищевых производств и биотехнологии

Факультет пищевых технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы кафедра химической кибернетики

Курс 3, семестр 5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	45	1,25
Форма аттестации	экзамен (45)	1,25
Всего	144	4

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 227, от 12.03.2015) по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов», на основании учебного плана набора обучающихся (2015 г.), год начала подготовки: 2016 г., 2017 г.

Разработчик программы:
доцент

Логинова И.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химической кибернетики, протокол от 19.10 2017 г. № 3

И.о. зав. кафедрой, доцент

Понкратова С.А.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевых технологий, реализующего подготовку образовательной программы
от 23.10 2017 г. № 3

Председатель комиссии, профессор

Сироткин А.С.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевых технологий, к которому относится кафедра-разработчик РП
от 23.10 2017 г. № 3

Председатель комиссии, профессор

Сироткин А.С.

Начальник УМЦ

Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теория оптимального управления» являются:

- а) формирование у бакалавров компетенций в области теории оптимального управления и исследовании технологического процесса как объекта управления;
- б) изучение методов решения задач оптимального управления;
- в) формирование навыков принятия обоснованных решений по управлению организационными системами.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теория оптимального управления» относится к вариативной части ОП, дисциплины по выбору и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Теория оптимального управления» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 «Математика»
- б) Б1.Б.7 «Информатика»
- в) Б1.В.ОД.7 «Вычислительная математика»

Дисциплина «Теория оптимального управления» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- б) Б1.Б.21 «Системы управления химико-технологическими процессами»
- б) Б1.В.ДВ.9.1 «Оптимизация химико-технологических процессов и систем»
- в) Б1.В.ДВ. 12.1 «Системный анализ процессов химической технологии»
- д) Б1.В.ДВ. 12.2 «Системный анализ и принятие решений».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теория оптимального управления», могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки /специальности 18.03.02 «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-3	способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы
ПК-9	способность анализировать технологический процесс как объект управления
ПК-14	способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
ПК-16	способность моделировать энерго - и ресурсосберегающие процессы в промышленности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:
 - а) понятия: управление, системный подход, управляемые и неуправляемые переменные, критерий оптимальности, критерий качества управления, алгоритм управления;
 - б) принципы математического описания объекта управления;
 - в) виды задач управления и алгоритмы их решения.
- 2) Уметь:
 - а) формализовать задачу организационного управления на основе системного подхода;
 - б) применить соответствующий алгоритм эффективного управления в соответствии с принципом оптимальности;
 - в) сформулировать стратегию принятия решений на основе математического анализа.
- 3) Владеть:
 - а) методов оптимизации и анализа устойчивости решений;
 - б) алгоритмами эффективного управления;
 - в) методами математического моделирования и современных информационных технологий при решении задач организационного управления.

4. Структура и содержание дисциплины «Теория оптимального управления»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабораторные работы	СРС	
1	Одномерная безусловная оптимизация (ОБО)	5	3	6	8	расчетная работа
2	Многомерная безусловная оптимизация (МБО)	5	3	6	6	Тест Отчет по лаб. работам
3	Задача линейного программирования (ЗЛП)	5	6	12	15	расчетная работа
4	Управление производством	5	6	12	16	расчетная работа
Форма аттестации						Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Тема лекционного занятия	Часы	Краткое содержание	Формируемые компете нции
1	Одномерная безусловная оптимизация	Тема 1. Основные понятия теории оптимизации.	3	Постановка задачи оптимизации. Классификация методов оптимизации. Виды экстремумов функции. Понятие оптимума. Унимодальная функция. Выпуклое множество и выпуклая функция.	ОПК-3 ПК-9 ПК-14 ПК-16
		Тема 2. Численные методы одномерной оптимизации		Постановка задачи одномерной безусловной оптимизации. Классический подход решения ОБО. Необходимые и достаточные условия (НДУ). Общие сведения о численных методах оптимизации, их классификация.	

2	Многомерная безусловная оптимизация	Тема3 . Методы МБО. Необходимые и достаточные условия существования экстремума.	3	Постановка МБО. Необходимые и достаточные условия. Матрица Гессе. Общая характеристика методов МБО. Метод Гаусса-Зейделя.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
		Тема 4. Численные методы МБО.		Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска.	
3	Задача линейного программирования	Тема5. Задача линейного программирования.	6	Постановка ЗЛП. Геометрическая интерпретация ЗЛП. Базис. Базисное решение.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
		Тема 6. Оптимальное планирование производства. Двойственная ЗЛП.		Алгоритм симплекс-метода. Модели ЗЛП. Оптимальное планирование производства. Двойственная ЗЛП. Экономический смысл двойственных задач. Анализ на чувствительность.	
		Тема7. Транспортная задача.		Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Распределительная задача.	
4	Управление производством	Тема 8. Динамическое программирование	6	Постановка задачи. Принцип оптимальности Беллмана. Задача оптимального распределения средств между предприятиями. Задача о замене оборудования.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
		Тема 9. Управление запасами.		Управление запасами. Многопродуктовая задача управления запасами.	

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Учебным планом программы проведение практических занятий по дисциплине «Теория оптимального управления» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных работ – закрепление теоретических знаний и освоение практических навыков решения задач оптимизации с использованием компьютерных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Одномерная безусловная оптимизация	6	Л.р.1.Освоение работы в среде Mathcad. Л.р.2. Классический метод поиска экстремума. Л.р.3. Решение задачи ОБО в MathCad и Excel.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
2	Многомерная безусловная оптимизация	6	Л.р.5. Построение и редактирование графиков поверхностей и линий уровня в MathCad. Л.р.6. Классический подход решения МБО. Матрица Гессе. Проверка НДУ существования экстремума. Поиск экстремума средствами MathCad.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
3	Задача линейного программирования	12	Л.р.7. Решение задачи оптимального планирования производства в среде MathCad и Excel. Л.р.8.Двойственная ЗЛП. Анализ на чувствительность. Л.р.9.Решение транспортной ЗЛП.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
4	Управление производством	12	Л.р.10. Решение задачи распределения оптимального распределения средств между предприятиями на 1 год. Л.р.11. Задача о об оптимальной стратегии замены оборудования. Л.р.12. Однопродуктовая задача управления запасами без дефицита и с дефицитом. Многопродуктовая задача управления запасами без дефицита.	ПК-9 ПК-14 ПК-16

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры без использования специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п / п	Темы	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Одномерная безусловная оптимизация	8	Изучение конспекта лекций. Выполнение расчетной работы	ПК-9 ПК-14 ПК-16
2	Многомерная безусловная оптимизация	6	Изучение конспекта лекций. Оформление отчета по лабораторным работам. Подготовка к тесту №1.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
3	Задача линейного программирования	15	Изучение конспекта лекций. Разработка математических моделей ЗЛП. Оформление отчета по лабораторным работам. Подготовка к тесту №2.	ПК-9 ПК-14 ПК-16
4	Управление производством	16	Изучение конспекта лекций. Выполнение расчетной работы. Оформление отчетов по лабораторным работам.	ПК-9 ПК-14 ПК-16

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Теория оптимального управления» используется рейтинговая система на основании положения ФГБОУВО «КНИТУ» от 04.09.2017 «О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечения качества учебного процесса».

При изучении дисциплины предусматривается экзамен, выполнение трех расчетных работ и теста. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Общая сумма баллов -100.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Расчетные работы	3	24	36
Тест	1	6	12
Отчеты по лабораторным работам	12	6	12
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Теория оптимального управления» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1.Методы оптимизации: уч. пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.	ЭБС «Znanium.com» Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985
2.Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением/Пантелеев А.В., Летова Т.А. -Логос, 2011 г. – 424 с.	ЭБС «КнигаФонд» Доступ из любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ http://www.knigafund.ru/books/206534
3.Хуснутдинов, Р.Ш. Математика для экономистов в примерах и задачах: учеб. пособие .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2012 .— 654 с.	286 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.Хуснутдинов, Р.Ш. Практикум по линейной алгебре и линейному программированию : учеб. пособие / Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2009 .— 272 с.	116 экз. в УНИЦ КНИТУ
5.Логинова, И.В. Методы оптимизации: уч. пособие / И.В.Логинова, М.С.Мищенко.— Казань, КНИТУ, 2008.— 95 с.	30 экз. на кафедре ХК КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1.Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Учебники] : учеб. пособие для студ. Втузов. — Изд. 2-е, испр. — М. : Высш. шк., 2005 .— 544 с.	7 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие.- М.: Высш. шк., 2002. 544 с.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ
3.Дуев, С.И.. Решение задач прикладной математики в системе MathCAD/ Дуев, С.И.- Казань: КНИТУ, 2012.- 104 с.	ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Duev-reshenie_zadach_prikladnoi_matematiki.pdf Доступ с IP-адресов КНИТУ 20 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.Исследование операций в экономике: учеб. пособие / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, И.М. Тришин [и др.] ; под ред. Н.Ш. Кремера— М. : Юрайт, 2010 .— 431 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
5.Струченков, В. И. Методы оптимизации [Учебники] : основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учеб. пособие.— М.: Экзамен, 2005.— 254 с.	1 экз. в УНИЦ КНИТУ
6.Холоднов В.А., Дьяконов В.П., Иванова Е.Н., Кирьянова Л.С. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: Практическое руководство.- СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003. — 480 с.	48 экз. в УНИЦ КНИТУ
7.Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Учебники] : учеб. пособие— СПб. [и др.] : Лань, 2011 .— 352 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
8.Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации.-М.: Наука,1986. — 328 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
9.Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980. — 518 с.	12 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.Гурский Д.А. Вычисления в Mathcad. – Мн.: Новое знание, 2003. – 814 с.	20 экз. в УНИЦ КНИТУ
11.Пакет MathCad: теория и практика. Уч.пособие. Часть 1/ Гумеров, В. А. Холоднов. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2013.- 110с.	В ЭБ УНИЦ Доступ с IP-адресов КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/gumerov-MathCad-1.pdf
12.Пакет MathCad: теория и практика. Уч.пособие. Часть 2/ А.М. Гумеров, В. А. Холоднов. - Казань: Изд-во КНИТУ, 2013.- 84 страниц.	В ЭБ УНИЦ Доступ с IP-адресов КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/gumerov-MathCad-2.pdf

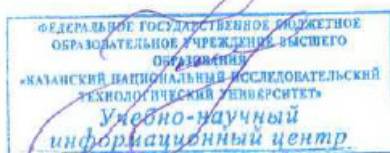
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Теория оптимального управления» рекомендуется использовать электронных источников информации:

- 1.ЭБС «Книгофонд» – Режим доступа: www.knigafund.ru
- 2.ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
- 3.Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
- 4.ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: www.Znanium.com
- 5.ЭБ УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
- 6.Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://www.ruslan.ru>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийный компьютерный класс, выход в локальную и глобальную сеть Internet.

Лицензионное программное обеспечение курса: MS Office (MS Word, MS Excel, MS Power Point, MS Access), Mathcad.

Онлайн-ресурсы.

13. Образовательные технологии

Дисциплина	Интерактивные часы				% от ауд. час. (всего)	Образовательные технологии
	Всего	Лекц.	Лаб.	Прак.		
Методы оптимизации	18	6	12	-	33,3	Лекции с разбором конкретных ситуаций, обсуждение и разрешение проблем

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине Б1.В.ДВ.6.2 Теория оптимального управления

(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры химической кибернетики,
факультета пищевых технологий, ФГБОУ ВО КНИТУ

(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от . 20)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработ- чика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/О АиД
1	№ 1 от 29.08.2018	нет	нет			