

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

А.В. Бурмистров

« 11 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.15 «Оптимизация химико-технологических процессов»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие про
(шифр) (наименование)
цессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль подготовки «Основные процессы химических производств
и химическая кибернетика»

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет институт нефти, химии и нанотехнологий, факультет
нефти и нефтехимии

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехники

Курс, семестр 4, 8

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	54	1,5
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен, Курсовая работа, 45	
Всего	180	5

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 227 от 12 марта 2015 г.)

по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы
(шифр) (наименование)
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»
по профилю подготовки «Рациональное использование материальных
энергетических ресурсов»
на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2018 года.

Разработчик программы:

профессор Лаптева Т.В.
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системотехники, протокол от 3 сентября 2018 г. № 1.

Зав. кафедрой Зиятдинов Н.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета нефти и нефтехимии
7.09.2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор Башкирцева Н.Ю.
(подпись) (Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ИУАИТ
от 10.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор Зарипов Р.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Нач. УМЦ Китаева Л.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» являются

а) формирование у студентов знаний современных подходов и методов, используемых при решении задач оптимизации стационарных режимов химико-технологических процессов;

б) формирование у студентов представления о методологии оптимизации химико-технологических объектов с использованием современных программных средств;

в) воспитание у студентов навыков и приемов оптимизации химико-технологических процессов средствами современных программных пакетов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптимизация химико-технологических процессов» относится к вариативной части ОП и формирует у бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской и проектной* деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» *бакалавр* по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Математика;

б) Вычислительная математика;

в) Методы кибернетики химико-технологических процессов;

г) Общая химическая технология;

д) Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;

е) Применение ЭВМ в инженерных расчетах.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» могут быть использованы при прохождении практик (*преддипломной*) и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
2. ПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред;
3. ПК-14 способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе;
4. ПК-16 способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) **Знать:** а) основные понятия теории нелинейного программирования, используемые при оптимизации химико-технологических процессов и систем;
б) теоретические основы методологии оптимизации химико-технологических систем;
в) основные этапы формализации задач поиска оптимальных режимов типовых химико-технологических процессов;

г) современные методы и алгоритмы решения задач поиска глобальных оптимумов, нелинейного программирования, используемые при оптимизации химико-технологических процессов.

2) **Уметь:** а) корректно ставить задачи оптимизации стационарного режима химико-технологического процесса и определять класс полученной математической задачи;

б) корректно выбирать и использовать методы и алгоритмы решения задач поиска глобальных оптимумов, нелинейного программирования при оптимизации химико-технологических процессов;

в) анализировать результаты решения задач оптимизации химико-технологических процессов с точки зрения адекватности рассматриваемому процессу химической технологии.

3) **Владеть:** а) навыками формирования задач в терминах используемого программного средства;

б) навыками решения задач оптимизации химико-технологических процессов с использованием современных программных средств;

в) навыками представления результатов решения задач оптимизации химико-технологических систем средствами используемого программного пакета.

4. Структура и содержание дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СР*	
1	Основные понятия и формулировки теории оптимизации химико-технологических процессов (ХТП)	8	10	-	18	25	контрольная работа
2	Постановки и решение задач оптимизации ХТП	8	8	-	36	38	контрольная работа
Форма аттестации						Экзамен, курсовая работа	

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 и формулировки теории оптимизации химико-технологических процессов (ХТП)	2	1. Актуализация необходимых знаний. Слайд-фильм	Математические методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Элементы выпуклого анализа функций. Понятия критерия оптимальности, поисковых переменных и ограничений. Основные типы постановок задач оптимизации. Основы решения задач условной и безусловной оптимизации.	ОПК-2; ПК-3; ПК-14; ПК-16.
		4	2. Математическая модель ХТП. Слайд-фильм	Подходы к моделированию ХТП. Математическая модель структуры ХТП. Математическая модель сложной химико-технологической системы (ХТС) как система нелинейных уравнений (СНУ). Сведение замкнутых ХТС к разомкнутому виду. Математические методы расчета материально-теплового баланса ХТП.	
		2	3. Методы выпуклого нелинейного программирования. Слайд-фильм	Квазиньютоновские методы решения задач безусловной оптимизации: методы с памятью и без нее. Функция Лагранжа. Условия Куна Таккера. Методы условной оптимизации с прямым учетом ограничений.	

		2	4. Особые случаи задач оптимизации Слайд-фильм	Проблема локальных оптимумов в задачах оптимизации ХТП. Методы глобальной оптимизации. Подходы к решению многокритериальных задач оптимизации ХТП.
2	Постановки и решение задач оптимизации ХТП	2	5. Оптимизация стационарных режимов работы неоднородных систем Слайд-фильм	Постановка задачи оптимизации сложных ХТПС. Выбор поисковых переменных при формировании задачи оптимизации ХТПС. Характеристика ограничений в задачах оптимизации ХТП. Характеристика задачи оптимизации стационарного режима работы ХТПС как задачи оптимизации. Многоуровневость процедуры решения задачи оптимизации ХТС.
		1	6. Программы моделирования ХТП (ПМ ХТП) Слайд-фильм	Основные возможности, компоненты ПМ ХТП. Сравнительная характеристика математических методов и решаемых задач для современных ПМ ХТП.
		2	7. Распределение нагрузок в коллекторных системах Слайд-фильм	Характеристика объекта оптимизации и его влияние на постановку задачи. Принципы распределения нагрузок в коллекторных системах. Эвристические правила распределения нагрузок в коллекторных однородных системах.
		1	8. Оптимизация работы реакторных систем Слайд-фильм	Производительность идеальных реакторов. Использование технологических критериев оптимальности: селективность при последовательных, при параллельных реакциях.
		2	9. Проектирование оптимальных ХТПС Слайд-фильм	Постановка задачи проектирования оптимальных ХТПС. Характеристика задачи. Проблема неопределенности в исходной информации в задаче проектирования ХТП и ее учет в задачах оптимизации ХТП.

6. Содержание практических/семинарских занятий

Практические/семинарские занятия учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Основные понятия и формулировки теории оп-	2	1. Расчет материально-теплого баланса (МТБ) ХТП замкнутой структуры	ОПК-2; ПК-3;
		4	2. Анализ работоспособности методов безусловной минимизации первого, второго порядков и квазиныютоновских методов	ПК-14; ПК-16.

	тимизации ХТП	2	3. Оптимальное распределение нагрузок в неоднородной ХТС параллельной структуры	
		4	4. Построение математической модели ХТС средствами моделирующей программы UniSim	
		2	5. Моделирование реакторных процессов в UniSim	
		2	6. Инструменты задания параметров ХТС и подбора значений параметров.	
		2	7. Контрольная работа 1	
2	Постановки и решение задач оптимизации ХТП	4	8. Выбор режима работы ХТП на основе анализа параметрической чувствительности	
		4	9. Оптимизация стационарного режима работы ХТС на основе задачи безусловной оптимизации	
		4	10. Оптимизация стационарного режима ХТС на основе задачи условной оптимизации	
		2	11. Контрольная работа 2	
		22	12. Оптимизация стационарных режимов химико-технологических процессов	

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	Математическая модель ХТПС	8	<i>Изучение конспекта лекций</i>	ОПК-2; ПК-3; ПК-14; ПК-16.
2	Математические методы сведения материально-теплого баланса	13	<i>Изучение конспекта лекций</i>	
3	Современные методы безусловной и условной минимизации	20	<i>Изучение конспекта лекций, подготовка к лабораторным работам, к контрольным работам</i>	
3	Оптимизация стационарного режима ХТП	16	<i>Изучение конспекта лекций, подготовка к лабораторным работам, к контрольным работам</i>	
4	Возможности моделирующих программ	6	<i>Изучение конспекта лекций, подготовка к лабораторным работам, к контрольным работам</i>	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» используется рейтинговая система. 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» (утверждено решением Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.).

При изучении дисциплины предусматривается выполнение 2 контрольных работ. За эти контрольные точки студент может получить максимальное количество баллов 60. По дисциплине «Оптимизация химико-технологических процессов» промежуточным видом контроля является экзамен. За ответ на экзамене студент получает 40 баллов максимально. В результате максимальный текущий рейтинг составит 100 баллов. Также изучение дисциплины предусматривается выполнение курсовой работы, за которую студент может получить минимум 60 баллов, максимум 100 баллов.

Оценочные средства	Количество контрольных точек	Min, баллов	Max, баллов
Контрольная работа	2	36	60
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100
Курсовая работа	1	60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» 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. подготов. "Системный анализ и управление". – М.: КНОРУС, 2016. – 421 с.	ЭБС BOOK.RU https://www.book.ru/book/920626/view2/1 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Токарев В.В. Методы оптимальных решений. В 2 т. Т. 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределённость. ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 420 с.	ЭБС «Книгафонд» http://www.knigafund.ru/books/207926 , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Островский Г.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направл. подготовки "Прикладная матем.". — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 319 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325443.html%0A доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Зиятдинов Н.Н. Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad: Учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов, Н.Ю. Богула. – Казань, КГТУ, 2009. – 212 с.	160 экз. в УНИЦ КНИТУ Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Ziyatdinov_Sistemny-analiz.pdf

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Гартман Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Основные процессы хим. производств и хим. кибернетика». – М.: Академкнига, 2006. – 415 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Оптимизация в химической технологии / Г.М. Ост-	54 экз. в УНИЦ

ровский, Ю.М. Волин, Н.Н. Зиятдинов ; АН РТ .— Казань : Фэн, 2005 .— 394 с.	КНИТУ
3. Нестеров Ю.Е. Введение в выпуклую оптимизацию. / ред. Б.Т. Поляк, С.А. Назин. — М.: МЦНМО, 2010. — 280 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Кибзун А.И., Кан Ю.С. Задачи стохастического программирования с вероятностными критериями. ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 372 с.	ЭБС «Книгафонд» http://www.knigafund.ru/books/207817 , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Лисицын Н.В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение: учеб. пособие для студ. вузов. – СПб.: Менделеев, 2007. – 312 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Карманов В. Г. Математическое программирование: учебное пособие. Физматлит, 2008. – 264 с.	ЭБС «Книгафонд» http://www.knigafund.ru/books/207301 , доступ из любой точки интернет после регистрации с IP-адресов КНИТУ

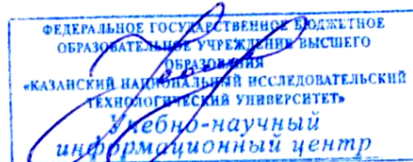
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» рекомендуется использовать электронные источники информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/>
3. ЭБС «Книгафонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>
4. ЭБС BOOK.RU– Режим доступа: <https://www.book.ru/>
5. ЭБС Консультант студента– Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



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. пакеты ПО общего назначения (пакет Microsoft Office),
- d. специализированное ПО: MathCad, Unisim.
- e. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- f. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий по дисциплине «Оптимизация химико-технологических процессов », проводимых в интерактивных формах, составляет 54 часов лабораторных занятий, что составляет 75 % от аудиторной нагрузки.

Интерактивные часы реализуются с помощью следующих образовательных технологий:

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