

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

« 4 » сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Программа магистратуры для всех программ в рамках направления

Квалификация выпускника Магистр

Форма обучения Очная

Институт, факультет Инженерный химико-технологический институт. Факультет энергонасыщенных материалов и изделий.

Институт нефти, химии и нанотехнологий. Факультет нефти и нефтехимии.
Факультет химических технологий. Факультет наноматериалов и нанотехнологий.

Институт полимеров. Факультет технологии и переработки каучуков и эластомеров.
Факультет химии и технологии полимеров в медицине и косметике.
Факультет технологии, переработки и сертификации пластмасс и композитов.

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехника

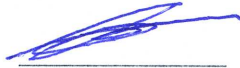
Курс, семестр 1 курс, 1 (2) семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25
Практические занятия		
Лабораторные занятия	18	0,5
Контроль самостоятельной работы	18	0,5
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Зачет	
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 1494 от 21.11.2014) по направлению 18.04.01 «Химическая технология» на основании учебных планов набора обучающихся 2020 г.

Разработчик программы:

профессор



Н.Н. Зиятдинов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Системотехники
протокол от 01.09 2020 г. № 1

Зав. кафедрой



Н.Н. Зиятдинов

СОГЛАСОВАНО

Председатель комиссии, ответственный по направлению 18.04.01

Протокол заседания методической комиссии ФННХ

от _____ 202__ г. № _____

профессор



Н.Ю. Башкирцева

УТВЕРЖДЕНО

Зав. магистратурой, доцент



Я.Р. Валитова

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах являются:

- а) формирование знаний о задачах цифровизации на различных уровнях химико-технологических производств;
- б) обучение технологии постановки задач цифровизации и использования методов математического моделирования и оптимизации на всех стадиях жизненного цикла химико-технологических производств в целях их устойчивого развития;
- в) обучение применению методов математического моделирования и оптимизации для решения задач цифровизации в универсальных моделирующих программах;
- г) раскрытие при математическом моделировании и оптимизации физико-химической сущности исследуемых технологических процессов и причинно-следственных связей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах относится к базовой части ОП и формирует у магистрантов по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах магистрант по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) базовые дисциплины бакалавриата по направлению «Химическая технология».

Знания, полученные при изучении дисциплины Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах, могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОК-5 способностью к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности.

2. ОК-9 способностью с помощью информационных технологий к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.
3. ОПК-4 готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать: а) концепцию стратегии устойчивого развития и причины, ее вызвавшие;
б) знать направления устойчивого развития в химической технологии и принципы зеленой химии;
в) цель и задачи цифровизации на различных уровнях управления химико-технологическими производствами;
г) задачи математического моделирования и оптимизации химико-технологических производств на всех стадиях жизненного цикла с целью их устойчивого развития;
д) методы математического моделирования и оптимизации химико-технологических производств;
е) возможности и области применения универсальных моделирующих программ для решения задач цифровизации химико-технологических производств.
- 2) Уметь: а) формулировать и математически формализовывать постановки задач математического моделирования и оптимизации химико-технологических производств;
б) использовать методы математического моделирования и оптимизации для решения поставленных задач;
в) решать задачи на основе их математических моделей в среде универсальных моделирующих программ.
- 3) Владеть: а) методами построения компьютерных моделей химико-технологических производств в среде универсальных моделирующих программ;
б) методами компьютерного моделирования и оптимизации химико-технологических производств в среде универсальных моделирующих программ.

4. Структура и содержание дисциплины Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	Задачи цифровизации и математического моделирования для устойчивого развития химико-технологических производств	1 (2)	4		6	6	24	Тестирование Защита лабораторных работ
2	Математическое моделирование, оптимизация и цифровизация в химико-технологических производствах	1 (2)	5		12	12	39	Тестирование Защита лабораторных работ
ИТОГО			9		18	18	63	
Форма аттестации		Зачет						

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Раздел 1. Задачи цифровизации и математического моделирования для устойчивого развития химико-	2	Тема 1. Введение. Задачи цифровизации для устойчивого развития химико-технологических производств	Причины, вызвавшие принятие концепции устойчивого развития. Определение устойчивого развития. Направления устойчивого развития в химической технологии. Принципы зеленой химии. Цифровизация – важнейший инструмент для обеспечения устойчивого развития химико-	ОК-5, ОК-9, ОПК-4

	технологических производств			технологических производств. Понятие математического моделирования и математической модели. Цели преподавания дисциплины и ее основное содержание.	
2		2	Тема 2. Задачи математического моделирования на стадиях жизненного цикла химико-технологических производств	Задачи математического моделирования, решаемые на каждой стадии жизненного цикла химического производства. Понятие АСНИ, САПР, АСУТП. Подходы к исследованию объектов химической технологии. Экспериментальное исследование. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Эмпирический метод. Экспериментально-теоретический метод. Этапы математического моделирования (ММ).	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
3	Раздел 2. Математическое моделирование, оптимизация и цифровизация в химико-технологических производствах	2	Тема 3. Математическое моделирование химико-технологических систем	Химические производства как сложные химико-технологические системы (ХТС). Критерии эффективности ХТС. Понятия анализа, оптимизации и синтеза ХТС. Математическая модель ХТС. Постановки задач расчета и оптимизации ХТС. Расчет ХТС.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
4		2	Тема 4. Оптимизация химико-технологических систем	Постановка задачи оптимизации. Классификация задач оптимизации. Выпуклый критерий оптимизации. Условия существования минимума в безусловных задачах оптимизации. Условия существования минимума в условных задачах оптимизации. Примеры решения задач оптимизации.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4

				ции. Структура методов решения задач безусловной минимизации. Особенности задач оптимизации химико-технологических систем.	
5		1	Тема 5. Цифровизация в химико-технологических производствах	Цифровая трансформация – ключ к устойчивому развитию химико-технологических производств (ХТП). Современная структура управления ХТП. Универсальные моделирующие программы как инструментальные средства построения цифровых двойников. Моделирующая программа Unisim. Общие сведения о моделирующей программе UniSim. Ключевые характеристики UniSim.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4

6. Содержание практических занятий

В учебном плане не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося решения задач цифровизации и устойчивого развития в химико-технологических производствах средствами универсальных моделирующих программ, а также выработка студентами определенных умений, связанных с принятием инженерных решений на основе анализа полученных результатов, навыками работы в универсальных моделирующих программах.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Раздел 1. Задачи цифровизации и математического моделирования для устойчивого развития химико-технологических произ-	6	Тема 1. Построение цифровой модели и системный анализ установки переработки природного газа.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4

	ВОДСТВ			
5	Раздел 2. Математическое моделирование, оптимизация и цифровизация в химико-технологических производствах	6	Тема 2. Исследование и оптимизация режимов работы установки получения пропиленгликоля.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
7		6	Тема 3. Анализ энергоэффективности установки первичной переработки нефти.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4

Лабораторные занятия проводятся в помещении компьютерного класса с использованием компьютеров с доступом в Интернет.

8. Самостоятельная работа магистранта

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Введение. Задачи цифровизации для устойчивого развития химико-технологических производств	9	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторным работам.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
2	Тема 2. Задачи математического моделирования на стадиях жизненного цикла химико-технологических производств	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторным работам.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
3	Тема 3. Математическое моделирование химико-технологических систем	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторным работам.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
4	Тема 4. Оптимизация химико-технологических систем	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторным работам.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
5	Тема 5. Цифровизация в химико-технологических производствах	9	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию. Подготовка к лабораторным работам.	ОК-5, ОПК-4

8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Введение. Задачи цифровизации для устойчивого развития химико-технологических производств	2	Тестирование. Приём лабораторных работ и проверка отчётов.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
2	Тема 2. Задачи математического моделирования на стадиях жизненного цикла химико-технологических производств	4	Тестирование. Приём лабораторных работ и проверка отчётов.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
3	Тема 3. Математическое моделирование химико-технологических систем	4	Тестирование. Приём лабораторных работ и проверка отчётов.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
4	Тема 4. Оптимизация химико-технологических систем	4	Тестирование. Приём лабораторных работ и проверка отчётов.	ОК-5, ОК-9, ОПК-4
5	Тема 5. Цифровизация в химико-технологических производствах	4	Тестирование. Приём лабораторных работ и проверка отчётов.	ОК-5, ОПК-4

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах» 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 и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Текущий контроль степени усвоения теоретического материала по дисциплине «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах» осуществляется после изложения теоретического материала каждой темы и организован как тестирование. Лабораторные занятия направлены на решение задач и обсуждение теоретического материала.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Форма аттестации – зачет.

При итоговой оценке используется рейтинговая система оценки знаний.

Максимальный рейтинг студента - 100 баллов, минимальный - 60 баллов.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Защита лабораторных работ	3	42	60
Тест 1		5	12
Тест 2		5	12
Тест 3		8	15
Итого:		60	100

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

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

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/126905 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 403 с.	ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/bcode/455050 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

3. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/106767 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Островский Г.М. Оптимизация технических систем: учебное пособие / Островский Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. – М.: Кнорус, 2012. – 421 с.	200 экз в УНИЦ КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Кафаров, В.В. Системный анализ процессов химической технологии : основы стратегии : монография / В. В. Кафаров, И. Н. Дорохов ; ответственный редактор Н. М. Жаворонков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 499 с.	ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/bcode/455509 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Холоднов, В.А. Системный анализ и принятие решений. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии: учебное пособие / В.А. Холоднов [и др.]; Федерал. агентство по образов., ГОУ ВПО, С.-Пб. гос. технол. ин-т (техн. ун-т). – СПб. : СПбГТИ (ТУ), 2007. – 340 с.: ил.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad. Учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, КГТУ, 2008. – 160 с.	113 экз. в УНИЦ КНИТУ 30 экз. на кафедре СТ
4. Балакирев, В.С. Математическое моделирование технологических процессов: учебное пособие/ В.С. Балакирев, С.И. Дворецкий, Н.Н.Аниськина, В.Н. Акишин. – Ярославль: Издательский дом Н.П. Пастухова, 2018. – 352 с.	3 экз. на кафедре СТ
5. Зиятдинов, Н.Н. Компьютерное моделирование и оптимизация химико-технологических процессов и систем с использованием универсальной моделирующей программы UNISIM: Учебное пособие / Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В., Емельянов И.И., Логина И.В. – Казань: Изд-во «БРОНТО», 2019. – 104с.	10 экз. на кафедре СТ

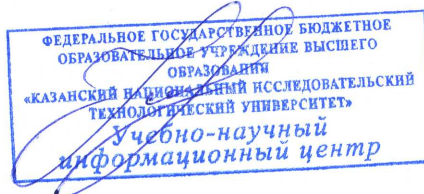
11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
4. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: www.urait.ru/
5. Доклад Лунева <http://www.greenchemistry.ru/education/files/greenchemistry2.pdf>
6. Приложение к журналу «Сибирская нефть». IT приложение к №10/117. Цифровая эпоха <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SNp117.pdf>
7. Зеленая химия <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/748/Lecture-7.pdf>

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах» рекомендовано использование профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://ellib.gpntb.ru/> – Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».
4. <http://www.consultant.ru> – Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий оснащены оборудованием:

1. наборами демонстрационного оборудования и комплектами электронных презентаций/слайдов (лекционные занятия);
2. компьютерами с доступом в Интернет (лабораторные занятия);

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой: с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Цифровизация и устойчивое развитие в химико-технологических производствах»:

1. MS Office 2010-2016 Standard (Договор № 16/2189/Б от 08 ноября 2016 года, заключенный с ЗАО «Софткей»);
2. UniSim Design Suite - Academic 100 User Network (ежегодно получаемый 'Order Key' от компании Honeywell).

13. Образовательные технологии

Количество занятий в часах, проводимых в интерактивных формах, составляет 8 часов.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

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