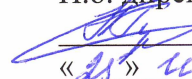


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

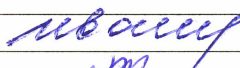
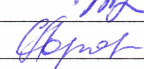
УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

 Н.В. Гусева
«25» июня 2020г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ				
Направление подготовки/специальность	18.04.01 Химическая технология			
Направленность (профиль)	Химическая технология топлива и газа			
Специализация	Химическая технология топлива и газа			
Уровень образования	высшее образование – магистратура			
Курс	1	семестр	1	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3			
Виды учебной деятельности	Временной ресурс			
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8	
	Практические занятия		16	
	Лабораторные занятия		24	
	ВСЕГО		48	
Самостоятельная работа, ч			60	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией			Курсовая работа	
ИТОГО, ч			108	

Вид промежуточной аттестации	Зачет, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОХИ
Заведующий кафедрой – руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Короткова Е.И.
			Ивашкина Е.Н.
			Троян А.А.
			Сорока Л.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения
ОПК(У)-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	ОПК(У)-4.31	Знает основные принципы оптимизации химико-технологических процессов
		ОПК(У)-4.У1	Способен проводить оптимизацию химико-технологического процессов, планирование и обработку результатов экспериментов
		ОПК(У)-4.В1	Владеет методами оптимизации, которые применяются при решении задач профессиональной деятельности
ДПК(У)-2	Способность использовать математические модели и пакеты прикладных программ для описания и прогнозирования различных явлений	ДПК(У)-5.31	Знает теоретические основы методов оптимизации химико-технологического процесса
		ДПК(У)-5.У1	Умеет использовать основные математические методы при оптимизации ХТП и осуществлять анализ критериев оптимальности процессов получения органических веществ
		ДПК(У)-5.В1	Владеет навыками использования пакетов прикладных программ для определения параметров математических моделей химических реакторов по экспериментальным данным

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Оптимизация химико-технологических процессов» относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

После успешного освоения дисциплины «Оптимизация химико-технологических процессов» будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция ООП
Код	Наименование	
РД-1	Составлять математические модели ХТП; использовать основные математические методы при оптимизации ХТП.	ОПК(У)-4, ДПК(У)-2
РД-2	Применять знания общих методов построения математических моделей идеальных и реальных химических реакторов; критерии оптимальности процессов получения органических веществ.	ДПК(У)-2
РД-3	Применять экспериментальные методы определения математических моделей реакторов; осуществлять анализ селективности процесса и производительности реакционного узла.	ОПК(У)-4, ДПК(У)-2
РД-4	Выполнять обработку и анализ данных математических моделей реакторов с использованием пакетов прикладных программ.	ОПК(У)-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основные понятия оптимизации химико-технологических процессов	РД-1, РД-2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2. Оптимизация ХТП со сложными параллельно-последовательными реакциями	РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Оптимизация равновесных ХТП	РД-2, РД-3, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4. Оптимизация процессов химической технологии по экономическим критериям эффективности	РД-1, РД-2, РД-4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия оптимизации химико-технологических процессов

Основные понятия и определения, используемые при оптимизации химико-технологических процессов (ХТП). Входные, управляющие, возмущающие и выходные параметры процесса. Технологические и экономические критерии эффективности; их использование для оптимизации работы различных ХТП. Методы оптимизации ХТП.

Темы лекций:

1. Основные понятия оптимизации ХТП. Показатели эффективности ХТП. Технологические критерии эффективности. Качественные, экономические и другие критерии оптимизации ХТП.

Темы практических занятий:

1. Методы оптимизации ХТП. Аналитические методы. Градиентные методы. Методы математического программирования. Статистические методы.
2. Оптимизация методом крутого восхождения. Планирование эксперимента.

Названия лабораторных работ:

1. Оптимизация симплексным методом.
2. Оптимизация методом крутого восхождения.

Раздел 2. Оптимизация ХТП со сложными параллельно-последовательными реакциями

Зависимость селективности и выхода в сложных параллельно-последовательных процессах от концентраций реагентов; степени конверсии; типа реактора; температуры. Влияние способа введения реагентов на селективность и выход в сложных реакциях. Удельная производительность реакторов и их сочетаний. Влияние параметров процесса на

удельную производительность реакторов в простых и сложных реакциях.

Темы лекций:

1. Оптимизация работы реакционного устройства, в котором протекает сложная химическая реакция.

Темы практических занятий:

1. Влияние типа реакторов на селективность и выход в сложных реакциях.
2. Оптимизация работы реакционного устройства.

Названия лабораторных работ:

1. Оптимизация технологических процессов по степени конверсии.
2. Селективность и выход в сложных параллельных необратимых реакциях. Оптимизация необратимых последовательных и параллельных реакций.

Раздел 3. Оптимизация равновесных ХТП
--

Постановка задачи. Оптимизация простых равновесных процессов. Оптимизация сложных равновесных процессов.

Темы лекций:

1. Оптимизация термодинамически равновесных процессов.

Темы практических занятий:

1. Расчет равновесного состава сложных реакций.
2. Нахождение оптимальных условий осуществления равновесных процессов.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет констант равновесия.
2. Моделирование и оптимизация ХТП и реакторов с использованием программных продуктов

Раздел 4. Оптимизация процессов химической технологии по экономическим критериям эффективности

Экономические критерии эффективности. Себестоимость, приведенные затраты, прибыль, доход. Использование экономических критериев при оптимизации различных ХТП. Современные системы управления ХТП.

Темы лекций:

1. Оптимизация процессов химической технологии по экономическим критериям эффективности

Темы практических занятий:

1. Применение экономических критериев при оптимизации ХТП.
2. Современные системы управления ХТП.

Названия лабораторных работ:

3. Оптимизация по экономическим критериям эффективности.
4. Нахождение оптимальных условий проведения процесса с использованием экономических критериев.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение индивидуальных домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к защите курсового проекта, к зачету.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Бочкарев, Валерий Владимирович. Оптимизация технологических процессов органического синтеза: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. В. Бочкарев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.0 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m46.pdf> (контент).

2. Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Гартман Т. Н., Клушин Д. В. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 404 с. – ISBN 978-5-8114-3900-3. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/12690> (контент).

Дополнительная литература:

1. Оптимизация химико-технологических процессов. Практикум [Электронный ресурс] / В. В. Бочкарев, А. А. Троян; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 160 с. Схема доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/t/TROYAN/academic/Tab/Optimization_ChTP. PracticalWork_2014.pdf (контент).

2. Иванчина, Эмилия Дмитриевна. Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем: электронный курс [Электронный ресурс] / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, И. В. Якупова; – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2015. — Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=840> (контент).

3. Самойлов, Н.А. Примеры и задачи по курсу «Математическое моделирование химико-технологических процессов»: учебное пособие / Н.А. Самойлов. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 176 с. – ISBN 978-5-8114-1553-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/37356> (дата обращения: 12.03.2020).

4. Гапанович, В.С. Методы решения оптимизационных задач: учебное пособие / В.С. Гапанович, И.В. Гапанович. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 272 с. – ISBN 978-5-9961-0861-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64530> (дата обращения: 12.03.2020).

5. Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации / В.В. Колбин – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1536-6. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/41015> (дата обращения: 12.03.2020).

6.2 Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Оптимизация химико-технологических процессов» (Оптимизация ХТП) для подготовки магистров по направлению 18.04.01 «Химическая технология». Режим доступа: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1435>.
2. Бочкарев, Валерий Владимирович. Оптимизация химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Бочкарев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра технологии органических веществ и полимерных материалов (ТОВПМ). – 1 компьютерный файл (pdf; 7.3 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m361.pdf>.
3. Бочкарев, Валерий Владимирович. Оптимизация технологических процессов органического синтеза [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. В. Бочкарев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.0 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m46.pdf>.
4. Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем нефтеперерабатывающих производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. Д. Иванчина [и др.]. – 1 компьютерный файл (pdf; 4.1 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m016.pdf>
5. ЭБС «Лань». — Политематический ресурс (в основном, коллекции книг ведущих издательств учебной и научной литературы). — Режим доступа: из аудитории с компьютерами, подключенными к сети ТПУ (<http://e.lanbook.com/books>).
6. Научная электронная библиотека elibrary.ru. — Коллекция российских научных журналов в полнотекстовом электронном виде. — Режим доступа: из аудитории с компьютерами, подключенными к сети ТПУ (http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). Для чтения полных текстов требуется персональная регистрация в Научной электронной библиотеке elibrary.ru.

Используемое лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

- Acrobat Reader DC
- Chrome
- Firefox ESR
- Flash Player
- MathType 6.9 Lite
- Office 2010 Professional Plus Russian Academic
- Office 2010 Standard Russian Academic
- Office 2013 Standard Russian Academic
- PDFCreator 1.7.3
- UniSim Design Academic Network
- 7-Zip

3. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 109А	Компьютер - 18 шт.; Беспроводная точка доступа Cisco AIR-LAP1131AG-E-K9 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест. Acrobat Reader DC; Chrome; Firefox ESR; Office 2010 Professional Plus Russian Academic; Office 2010 Standard Russian Academic; Office 2013 Standard Russian Academic; PDFCreator 1.7.3; UniSim Design Academic Network; Flash Player; MathType 6.9 Lite; 7-Zip
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 211	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Acrobat Reader DC, Flash Player; K-Lite Codec Pack Full; AkelPad, Chrome, Notepad++; LibreOffice; Office 2007 Standard Russian Academic; PDF-XChange Viewer; VirtualBox; Visual C++ Redistributable Package; Webex Meetings; WinDjView; XnView Classic; Zoom;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, аудитория 137	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Интерактивная доска Legamaster со стойкой - 1 шт.; Мешалка магнитная с подогревом MR Hie-Standard - 1 шт.; Мультимедийный проектор Epson EB-410We - 1 шт.; Крепление проекторное телескопическое на стойку для интерактивных досок - 1 шт.; Стойка мобильная для

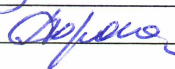
№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 109А	Компьютер - 18 шт.; Беспроводная точка доступа Cisco AIR-LAP1131AG-E-K9 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест. Acrobat Reader DC; Chrome; Firefox ESR; Office 2010 Professional Plus Russian Academic; Office 2010 Standard Russian Academic; Office 2013 Standard Russian Academic; PDFCreator 1.7.3; UniSim Design Academic Network; Flash Player; MathType 6.9 Lite; 7-Zip
		интерактивной доски Legamaster DYNAMIC e-Board Interactive 86 - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; XnView Classic

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 Химическая технология/ Химическая технология высокомолекулярных соединений/Химическая технология топлива и газа (приема 2019 г., очная форма обучения).

Программа одобрена на заседании Отделения химической инженерии (протокол от «20» мая 2019 г. №7).

Заведующий кафедрой – руководитель отделения
на правах кафедры, д.х.н., профессор _____ /Короткова Е.И./
подпись

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Троян А.А.
Доцент		Сорока Л.С.

Рецензент:

Место работы	Должность	Подпись	ФИО
ОХИ ИШПР	Доцент		Волгина Т.Н

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОХИ
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП»	Протокол № 15 от 19.06.2020 г.