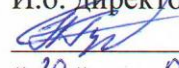


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

 Гусева Н.В.

«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математическое моделирование и оптимизация эксперимента

Направление подготовки/ специальность	18.04.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Анализ и контроль в химических и фармацевтических производствах		
Специализация	Анализ и контроль в химических и фармацевтических производствах		
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	
ИТОГО, ч		108	

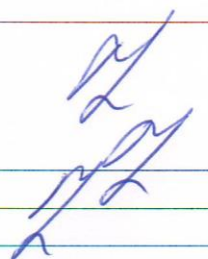
Вид промежуточной
аттестации

зачет

Обеспечивающее
подразделение

ОХИ ИШПР

Заведующий кафедрой –
руководитель Отделения
химической инженерии на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

 Е.И. Короткова

Е.И. Короткова

Е.И. Короткова

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ОПК(У)-4	Готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	ОПК(У)-4. В1	Владеет методами математического моделирования к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез
		ОПК(У)-4. У1	Умеет проводить многофакторные эксперименты при анализе веществ, планирование эксперимента при поиске оптимальных условий аналитического контроля веществ
		ОПК(У)-4. 31	Знает терминологию и математический аппарат планирования и организации эксперимента; разбиение факторных планов; дробные реплики, неполные планы; регрессионный анализ; поиска экстремума функции отклика.
ДПК(У)-2	Способность строить и использовать математические модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ	ДПК(У)-2.В1	Владеет навыками выбора факторов и функции отклика в математическом моделировании, построения математических моделей процессов, проведения регрессионного анализа
		ДПК(У)-2.У1	Умеет строить математические модели процессов в регрессионном анализе и факторном эксперименте, находить оптимум функции при минимальном количестве опытов, строить модели 1-ого и 2-ого порядков
		ДПК(У)-2.31	Знает основы построения матриц планирования полного и дробного факторных экспериментов, методы движения к оптимуму, основы центрального ортогонального композиционного планирования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части модуля общепрофессиональных дисциплин учебного плана ООП 18.04.01 «Химическая технология».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать основные понятия математического моделирования и построения плана эксперимента.	ОПК(У)-4
РД-2	Уметь построить план эксперимента при поиске оптимальных условий, разбивать факторные планы на блоки, дробные реплики, неполные планы, планы робастные к дрейфам.	ДПК(У)-2
РД-3	Владеть опытом построения научных и промышленных экспериментов, простых сравнивающих экспериментов, многофакторных экспериментов.	ДПК(У)-2

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 1. Общие вопросы планирования эксперимента	РД-1	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	5
Раздел 2. Корреляционный и регрессионный анализы	РД-1 РД-2	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Полный факторный эксперимент	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Дробный факторный эксперимент	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 5. Методы оптимизации эксперимента	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 6. Математическое моделирование в экстремальной области факторного пространства	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы планирования эксперимента

Основные термины и определения; Классификация методов планирования эксперимента; Научный и промышленный эксперимент; Особенности планирования эксперимента в химии и химической технологии. Основы математического моделирования в виде ряда Тейлора.

Темы лекций:

Общие вопросы планирования эксперимента

Названия лабораторной работы:

1. Построение 4-х типов поверхности отклика в двухфакторном эксперименте.

Раздел 2. Корреляционный и регрессионный анализы

Корреляционный анализ; Свойства коэффициента корреляции; Регрессия от одного параметра; Оценка уравнения регрессии методом наименьших квадратов; Оценка однородности дисперсий, критерии однородности дисперсий; Оценка значимости коэффициентов по критерию Стьюдента; Оценка адекватности модели по критерию Фишера; Нелинейная регрессия.

Темы лекций:

Корреляционный и регрессионный анализы.

Названия лабораторной работы:

1. Выполнение корреляционного и регрессионного анализа зависимости растворимости хлорида бария в присутствии хлорида кальция.

Раздел 3. Полный факторный эксперимент

Построение математических моделей двухфакторного эксперимента, построение матриц планирования, трехфакторный эксперимент, оценка дисперсии воспроизводимости, однородности дисперсий в многофакторном эксперименте, оценка значимости коэффициентов, адекватности модели. Причины неадекватности математической модели.

Темы лекций:

Полный факторный эксперимент.

Названия лабораторных работ:

1. Построение матриц планирования и математической модели двухфакторного эксперимента, проведение эксперимента определения железа методом спектрофотометрии в зависимости от разных значений pH и длины волны.

Раздел 4. Дробный факторный эксперимент

Особенности математического моделирования в дробном факторном эксперименте, генерирующие соотношения, метод определяющих контрастов, разбиение факторных планов на блоки; Дробные реплики, неполные планы; Устранение влияния временного дрейфа в длительных и трудоемких экспериментах.

Темы лекций:

Дробный факторный эксперимент.

Названия лабораторных работ:

1. Построение матриц планирования и математической модели для насыщенных ортогональных планов, используя дробный факторный эксперимент.

Раздел 5. Методы оптимизации эксперимента

Основы метода Гаусса-Зайделя. Метод оптимизации Бокса- Уилсона, метод крутого восхождения, движение по градиенту, приемы проведения эксперимента в методе крутого восхождения. Симплексное планирование. Матрицы симплексного планирования, достоинства, недостатки метода.

Темы лекций:

Методы оптимизации эксперимента.

Название лабораторных работ:

1. Оптимизация эксперимента с использованием метода крутого восхождения. Нахождение оптимальных условий эксперимента на основе математической модели процесса.

Раздел 6. Математическое моделирование в экстремальной области факторного пространства

Композиционное планирование Бокса – Уилсона. Планы второго порядка. Центральное ортогональное композиционное планирование (ЦОКП). Построение матриц ЦОКП, статистическая обработка результатов ЦОКП.

Темы лекций:

Математическое моделирование в экстремальной области факторного пространства.

Название лабораторных работ:

1. Построение матриц планирования центрального ортогонального композиционного планирования для многофакторного эксперимента.

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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература.

1. Короткова Е.И. Планирование и организация эксперимента: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е. И. Короткова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 585 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m242.pdf>
2. Смагунова А. Н. Математическое планирование эксперимента в методических исследованиях аналитической химии: учебное пособие [Электронный ресурс] / Смагунова А. Н., Пашкова Г. В., Белых Л. И.. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 120 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98248>
3. Вершинин, В. И. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента: учебное пособие [Электронный ресурс] / Вершинин В. И., Перцев Н. В. — 4-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 236 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115525>

Дополнительная литература.

1. Короткова Е.И. Практикум по планированию и организации эксперимента: индивидуальные контрольные задания: учебное пособие / Е. И. Короткова; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 96 с.
2. Степанов П. Е. Планирование эксперимента: учебно-методическое пособие по анализу и обработке экспериментальных данных [Электронный ресурс] / Степанов П. Е. — Москва: МИСИС, 2017. — 22 с. — Текст: электронный // МИСИС: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108113> (дата обращения: 04.02.2020)
3. Адлер Ю. П. Методология и практика планирования эксперимента в России: монография [Электронный ресурс] / Адлер Ю. П., Грановский Ю. В.. — Москва: МИСИС, 2016. — 182 с. — Текст: электронный // МИСИС: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93686> (дата обращения: 04.02.2020)
4. Григорьев Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели [Электронный ресурс] / Григорьев Ю. Д.. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 320 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65949 (дата обращения: 04.02.2020)
5. Лопатин В. Ю. Организация эксперимента: Симплексное планирование: учебное пособие [Электронный ресурс] / Лопатин В. Ю., Шуменко В. Н. — Москва: МИСИС,

2010. — 46 с. — Текст: электронный // МИСИС: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117006> (дата обращения: 04.02.2020)

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Кодекс. Справочно-правовая система по международному, федеральному и региональному законодательству. <http://kodeks.lib.tpu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru/>
5. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>
6. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

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

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; Oracle VirtualBox; Putty; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

7. 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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 225	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 15 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 213	Мешалка магнитная ММ-5 М1(с подогревом) - 1 шт.; Доска магнитно-меловая 100x200 см - 7 шт.; Шкаф посудный - 1 шт.; Весы электронные ACCULAB ALC 210 d4 - 1 шт.; Весы электронные KERN - 1 шт.; Автоматический поляриметр AP300 - 1 шт.; Лабораторный учебный микроскоп PrimoStar - 8 шт.; Вентилятор ВЦ-4-76 - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Шкаф общелабораторный - 1 шт.; Компьютер - 5 шт.
3.	Аудитории - помещения для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 309	Комплект учебной мебели на 145 посадочных мест Компьютер - 3 шт.; Принтер - 1 шт.
4.	Аудитории - помещения для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 210/3	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Компьютер - 10 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.04.01 «Химическая технология» / специализация «Анализ и контроль в химических и фармацевтических производствах» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОХИ ИШПР		Е.И. Короткова

Программа одобрена на заседании Отделения химической инженерии (протокол от «20»_05__2019 г. № 7).

Заведующий кафедрой –
руководитель ОХИ на правах кафедры
д.х.н, профессор


_____/Е.И. Короткова/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

2020/2021 учебный год	Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП актуализирован список литературы с учетом развития науки, техники и технологий; актуализировано материально-техническое обеспечение дисциплины	Протокол № 15 от 19.06.2020 г.
--------------------------	---	--------------------------------