

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 25.07.2023 21:14:11
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 02 » декабря 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА В ХИМИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Направленность: Технологическое оборудование химических
и нефтехимических производств**

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Факультет **Механический**

Кафедра **Оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		проф. Р.Ш. Абиев

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности» обсуждена на заседании кафедры оптимизации химической и биотехнологической аппаратуры

протокол от « 27 » 10 2021 № 4
Заведующий кафедрой

Р.Ш. Абиев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета
протокол от « 30 » 11 2021 № 4

Председатель

А.Н. Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Технологические машины и оборудование»		Доцент А.Н. Луцко
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	5
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	5
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	7
4.3.1. Семинары, практические занятия	7
4.4. Самостоятельная работа обучающихся	7
4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения	7
4.4.2. Контрольные задания	8
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	8
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	9
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	9
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	10
10.1. Информационные технологии	10
10.2. Программное обеспечение	10
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11
Приложение № 1	12
Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности»	12

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-3 Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	ПК-3.3 Осуществление анализа отечественного и зарубежного опыта в области методики планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных	Знать: Современные методики планирования эксперимента с учетом отечественного и зарубежного опыта (ЗН-1) Уметь: проводить обзоры патентной и научно-технической литературы в области химической технологии (У-1) Владеть: навыками и умением решать и анализировать получаемые решения (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы⁴.

Дисциплина «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности» является дисциплиной по выбору и относится к части Блока 1 образовательной программы бакалавриата, формируемой участниками образовательного процесса, изучается на 5 курсе (Б1.В.ДВ.01.02).

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированных при изучении дисциплин «Математика» «Процессы и аппараты химической технологии», «Техническая термодинамика и теплотехника», «Гидромеханика неоднородных сред», «Основы теплопередачи в химическом оборудовании».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности» знания, умения и навыки необходимы для изучения дисциплин профессионального цикла «Машины и аппараты для процессов тепло- и массопереноса», и могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчикам РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

⁴ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
	5 курс
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
Контактная работа с преподавателем:	14
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	10 (4)
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	121
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	3 Кр
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (9)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1	Введение. Основные характеристики случайных величин.	-	1		20	ПК-3	ПК-3.3
2	Определение параметров функции распределения	1	1		20		
3	Проверка статистических гипотез	1	2		20		
4	Дисперсионный анализ	1	2		20		

5	Методы корреляционного и регрессионного анализов	1	2		20		
6	Методы планирования экстремальных экспериментов	-	2		21		
	ИТОГО	4	10	0	121		

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
2	Определение параметров функции распределения. Генеральная совокупность и случайная выборка. Метод максимального правдоподобия. Оценка математического ожидания и дисперсии. Классификация ошибок измерения.	1	ЛВ
3	Проверка статистических гипотез. Оценка математического ожидания нормально распределенной случайной величины. Оценка дисперсии нормально распределенной случайной величины. Сравнение двух дисперсий.	1	ЛВ, Д
4	Дисперсионный анализ. Задача дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.	1	ЛВ, Д
5	Методы корреляционного и регрессионного анализов. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного параметра.	1	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение. Основные характеристики случайных величин.	1		МК
2	Определение параметров функции распределения	1	1	МК
3	Проверка статистических гипотез	2	2	МК
4	Дисперсионный анализ	2		МК
5	Методы корреляционного и регрессионного анализов	2	1	МК
6	Методы планирования экстремальных экспериментов	2		МК

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

4.4.1. Темы контрольных вопросов для самостоятельного изучения

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Нормальное распределение. Системы случайных величин. Стохастическая связь.	20	Устный опрос
2	Закон сложения ошибок. Ошибки косвенных измерений. Определение дисперсии по текущим измерениям.	20	Устный опрос
3	Сравнение нескольких дисперсий. Сравнение двух средних. Сравнение нескольких средних. Проверка однородности результатов измерений. Сравнение выборочного распределения и распределения генеральной совокупности. Критерий согласия.	20	Устный опрос
4	Латинские и гипер-греко-латинские квадраты. Латинские кубы.	20	Устный опрос
5	Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева. Трансцендентная регрессия. Оценка тесноты нелинейной связи. Метод множественной корреляции. Регрессионный анализ в матричной форме. Метод группового учета аргументов. Метод главных компонент.	20	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
6	Ротатабельные планы второго порядка Бокса — Хантера. Критерии оптимальности планов. Исследование поверхности отклика. Решение задачи оптимизации. Функция желательности. Сложные планы. Факторный эксперимент 2^{2k} , совмещенный с латинским квадратом. Метод последовательного симплекс-планирования. Ортогональные насыщенные планы Плакетта – Бермана. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса. Планирование эксперимента при определении констант уравнении формальной кинетики. Планирование эксперимента в производственных условиях.	21	Устный опрос

4.4.2. Контрольные задания ⁵

Контрольные задания включают проверку знаний, полученных при изучении всего курса.

Контрольные задания изложены в учебном пособии: Ахназарова, С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии/С.Л. , В.В. Кафаров - Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк, 1985.- 327 с.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме сдачи экзамена. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

⁵ Пунктами 4.4.1-4.4.5 раскрывается тематика рефератов, творческих заданий, РГР, контрольных работ, эссе и т.д (если предусмотрено РПД).

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу – до 45 мин.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Пример содержательной части экзаменационного билета:

1. Оценка дисперсии нормально распределенной случайной величины.
2. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах [] : учебное пособие для вузов / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 544 с.
2. Холоднов, В. А. Решение задач безусловной оптимизации с использованием системы компьютерной математики MathCAD : Методические указания / В. А. Холоднов, В. А. Сиренек, В. Н. Чепикова и др. ; СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов. - СПб. : [б. и.], 2010. - 47 с.
3. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : Учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 3-е изд., испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 341 с.
4. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации : в 2-х кн. : учебник для вузов по спец. ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика" / Ф. П. Васильев. - М. : МЦНМО, 2011. Ч. 1 : Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование. - 2011. - 619 с.

б) электронные учебные издания⁶:

5. Пантелеев И. Б. Методы математического планирования эксперимента в технологии керамики/ Пантелеев И. Б., Вихман С. В. Учебное пособие/ СПбГТИ(ТУ), 2012. – 72 с.
6. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС : учебник / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампики, В. Г. Иванов, Э. В. Чиркунов ; под редакцией Х. Э. Харлампики. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1479-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45973> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: по подписке
7. Филимонов, А. Б. Методы оптимизации : учебное пособие / А. Б. Филимонов, Н. Б. Филимонов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 90 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218639> (дата обращения: 30.09.2021). — Режим доступа: по подписке

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>
2. Сайт Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) : Информационно-поисковая система - http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform

⁶ В т.ч. и методические пособия

[retrieval system/](#)

3. Строительный портал ВесьБетон - все о строительстве и производстве строительных материалов. - <http://www.allbeton.ru/>
электронно-библиотечные системы:
«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
«Лань (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- учебные видеоматериалы;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel) или LibreOffice;
Пакет прикладных программ MathCad 14.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. Справочно-информационная система поиска нормативных документов <http://gostrf.com/>
2. Строительные нормы и правила - СНИП.РФ. - <http://снип.рф/snip/>

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для выполнения самостоятельной работы используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Методы оптимизации эксперимента в химической промышленности»

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание ⁷	Этап формирования ⁸
ПК-3	Способен к систематическому изучению научно-технической и патентной информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки	промежуточный

⁷ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

⁸ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.3 Осуществление анализа отечественного и зарубежного опыта в области методики планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных.	(ЗН-1) Знает: Современные методики планирования эксперимента с учетом отечественного и зарубежного опыта	Ответы на вопросы №№ 3-50	Имеет общее представление о методах планирования эксперимента	Имеет знания о методах планирования эксперимента, но с некоторыми пробелами	Имеет детальные знания о методах планирования эксперимента
	(У-1) Умеет: проводить обзоры патентной и научно-технической литературы в области химической технологии	Ответы на вопросы №№ 1-2	Имеет общее представление о методах поиска патентной и научно-технической литературы	Умеет самостоятельно выполнять обзоры патентной и научно-технической литературы, но с некоторыми недочетами	Умеет самостоятельно и детально выполнять обзоры патентной и научно-технической литературы
	(Н-1) Владеет: навыками и умением решать и анализировать получаемые решения	Выполнение контрольных заданий	Способен решать и анализировать получаемые решения с подсказками преподавателя	Способен решать и анализировать получаемые решения, но с недочетами	Способен самостоятельно решать и анализировать получаемые решения

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («удовлетворительно», «хорошо», «отлично»).

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенциям ПК-3:

- 1) Отечественные и международные базы патентной информации.
- 2) Отечественные и международные базы научных статей.
- 3) Основные характеристики случайных величин.
- 4) Законы распределения. Числовые характеристики.
- 5) Свойства математического ожидания и дисперсии.
- 6) Нормальное распределение.
- 7) Системы случайных величин. Стохастическая связь.
- 8) Генеральная совокупность и случайная выборка.
- 9) Метод максимального правдоподобия.
- 10) Оценка математического ожидания и дисперсии.
- 11) Классификация ошибок измерения.
- 12) Закон сложения ошибок.
- 13) Ошибки косвенных измерений.
- 14) Определение дисперсии по текущим измерениям.
- 15) Доверительные интервалы и доверительная вероятность.
- 16) Оценка математического ожидания нормально распределенной случайной величины.
- 17) Оценка дисперсии нормально распределенной случайной величины.
- 18) Сравнение двух дисперсий. Сравнение нескольких дисперсий.
- 19) Сравнение двух средних. Сравнение нескольких средних.
- 20) Проверка однородности результатов измерений.
- 21) Сравнение выборочного распределения и распределения генеральной совокупности. Критерий согласия.
- 22) Критерий Вилькоксона.
- 23) Проверка гипотезы нормальности по совокупности малых выборок.
- 24) Задача дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ.
- 25) Двухфакторный дисперсионный анализ.
- 26) Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.
- 27) Латинские и гипер-греко-латинские квадраты.
- 28) Выборочный коэффициент корреляции.
- 29) Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия.
- 30) Метод наименьших квадратов.
- 31) Линейная регрессия от одного параметра.
- 32) Параболическая регрессия. Полиномы Чебышева.
- 33) Трансцендентная регрессия.
- 34) Оценка тесноты нелинейной связи.
- 35) Метод множественной корреляции.
- 36) Регрессионный анализ в матричной форме.
- 37) Полный факторный эксперимент.
- 38) Дробные реплики.
- 39) Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика.
- 40) Описание области, близкой к экстремуму.
- 41) Композиционные планы Бокса – Уилсона.
- 42) Ортогональные планы второго порядка.
- 43) Ротатабельные планы второго порядка Бокса — Хантера.
- 44) Критерии оптимальности планов. Исследование поверхности отклика.
- 45) Решение задачи оптимизации. Функция желательности.

- 46) Сложные планы. Факторный эксперимент 2^{2k} , совмещенный с латинским квадратом.
- 47) Метод последовательного симплекс-планирования.
- 48) Ортогональные насыщенные планы Плакетта – Бермана.
- 49) Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса.
- 50) Планирование эксперимента при определении констант уравнении формальной кинетики.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.