

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

С.Н.Авдеев

«23» 05 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация химико-технологических систем

Направление подготовки/специальность:

18.04.01 Химическая технология

Направленность(профиль) подготовки:

Химическая технология переработки пластических масс и композиционных материалов

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация химико-технологических систем» является научить студентов: использовать современные методы оптимизации при создании новых технологических процессов и реконструкции действующих предприятий; использовать возможности вычислительной техники и новых компьютерных технологий при решении технологических задач.

Задачи освоения дисциплины

В процессе изучения дисциплины студент должен освоить основные понятия и определения о химико-технологической системе, ее параметрах методы оптимизации технологических процессов; применение ЭВМ и новых компьютерных технологий при выполнении технологических расчетов для конкретных процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина « Моделирование и оптимизация химико-технологических систем » входит в обязательную часть учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач. УК-1.2. Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	Знает: элементы и этапы математического моделирования; умеет: анализировать информацию, полученную в ходе применения системного подхода для решения поставленных задач; владеет: навыками расчета химико-технологических процессов и систем.	Тестовые вопросы

<p>ПК-3- Способен применять методы и средства проведения исследований и разработок композиционных материалов, в т.ч. полимерных наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>ПК-3.1. Знает характеристики оборудования, принципы его работы, правила эксплуатации и метрологической поверки. ПК-3.2. Умеет разрабатывать и выбирать методы исследования, синтеза и переработки полимерных и композиционных материалов ПК-3.3. Владеет методами проведения экспериментальных исследований и разработок современных наноструктурированных композиционных материалов</p>	<p>Знает: современные методы и методики, применяемые в задачах оптимизации технологических систем; умеет: применять методы и принципы оптимизации при исследовании оборудования для синтеза и переработки полимерных и композиционных материалов; владеет: методами использования пакетов прикладных программ для решения задач оптимизации, методами их сравнительного анализа и оценкой эффективности их применения.</p>	<p>Тестовые вопросы</p>
--	---	---	-------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Тематический план

Форма обучения - очная

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 час.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Тема 1. Введение. Роль математического моделирования в решении задач оптимизации.	3	1-4		4		4	28	
2	Тема 2. Постановка задачи оптимизации. Критерий оптимальности.	3	5-8		4	8	2	30	Рейтинг-контроль №1
3	Тема 3. Классификация методов	3	9-		4			30	Рейтинг-

	оптимизации и их характеристика.		12						контроль № 2
4	Тема 4. Решение задач оптимизации с помощью команд системы MATLAB	3	13-18		6	28	6	38	Рейтинг-контроль № 3
	Всего за 3-й семестр:	3			18	36		126	Экзамен (36)
	Наличие в дисциплине КП/КР					–			
	Итого по дисциплине	3			18	36		126	Экзамен (36)

Тематический план

Форма обучения – очно-заочная (2г.6мес.)

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 час.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Тема 1. Введение. Роль математического моделирования в решении задач оптимизации.	4	1-4		4		4	28	
2	Тема 2. Постановка задачи оптимизации. Критерий оптимальности.	4	5-8		4	8	2	28	Рейтинг-контроль №1
3	Тема 3. Классификация методов оптимизации и их характеристика.	4	9-12		4			28	Рейтинг-контроль № 2
4	Тема 4. Решение задач оптимизации с помощью команд системы MATLAB	4	13-18		6	28	6	33	Рейтинг-контроль № 3
	Всего за 3-й семестр:	4			18	36		117	Экзамен (45)
	Наличие в дисциплине КП/КР					–			
	Итого по дисциплине	4			18	36		117	Экзамен (45)

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1.

Содержание практических занятий.

Понятие технологического процесса и химико-технологической системы. Параметры состояния, управляющие параметры, возмущающие параметры. Связь математического моделирования и задач оптимизации. Роль математического моделирования в решении задач оптимизации химических технологий.

Тема № 2.

Содержание практических занятий.

Объект оптимизации, выбор управляемых переменных. Ограничения на переменные. Критерий оптимальности (целевая функция). Математическая формулировка задачи оптимизации.

Тема № 3.

Содержание практических занятий.

Аналитические методы оптимизации.

а) аналитический поиск экстремума (используется для отыскания экстремума функции, допускающей дифференцирование, без ограничений);

б) метод неопределенных множителей Лагранжа (используется для нахождения экстремумов дифференцируемых функций с ограничениями в виде равенств);

в) вариационное исчисление (используется для нахождения оптимальных значений управляющих переменных при наличии ограничений на область управления; например, для нахождения оптимального температурного режима для обратимых и последовательных экзотермических реакций);

Методы математического программирования:

а) методы нелинейного программирования (градиентный метод; метод наискорейшего спуска; метод сканирования, «золотого сечения»);

б) методы линейного программирования (постановка задач линейного программирования и их геометрическая интерпретация).

Тема №4.

Содержание практических занятий.

Минимум функции одной переменной. Локальный и глобальный минимумы. Команда MATLAB для поиска координат минимума функции одной переменной. Значение функции в минимуме. Команда для поиска минимума функции двух переменных. Примеры решения задач оптимизации и управления технологических систем с использованием команд системы MATLAB.

Содержание лабораторных работ

Тема № 2.

Содержание лабораторных занятий.

В конкретных расчетах использовать изученные методы оптимизации. Использование специальных команд MATLAB в решении задач оптимизации. Выбор критерия оптимальности для различных химико-технологических систем и решение его с помощью команд MATLAB.

Тема № 4.

Содержание лабораторных занятий.

Методы нелинейного программирования (метод сканирования, градиентный метод; метод наискорейшего спуска; симплекс - метод).

Методы нелинейного программирования являются наиболее общим и мощным способом оптимизации. Применимы для любого вида оптимизируемой функции и при наличии ограничений в любой форме. На основании использования методов нелинейного программирования получают итерационные алгоритмы расчета, хорошо приспособленные для решения на ПК.

Методы линейного программирования (графический и расчетный) применяются для оптимальной организации процессов.

Применение методов оптимизации для расчета конкретных технологических процессов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1 Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль №1

1. Что такое ограничения, накладываемые на переменные?
 - а) дополнительные условия в виде равенств или неравенств
 - б) условия в виде функций
 - в) дифференциальные уравнения
2. Задача оптимизации: нахождение условий, обеспечивающих выполнение экстремального значения:
 - а) только одной целевой функции
 - б) двух целевых функций
 - в) двух и более целевых функций
3. К какому виду параметров относятся возмущающие параметры Z ?
 - а) к входным неконтролируемым параметрам
 - б) к входным контролируемым параметрам
 - в) к параметрам состояния
4. Что характеризует критерий оптимальности?
 - а) качество работы аппарата
 - б) продолжительность процесса
 - в) условия работы аппарата
5. К какому классу методов оптимизации относится метод неопределенных множителей Лагранжа?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
6. К какому классу методов оптимизации относится метод сканирования?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
7. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
8. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
9. Аналитический поиск экстремума на основании анализа. Что лежит в основе этого метода?
 - а) условие нахождения экстремума функции многих переменных – это обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - б) решение дифференциального уравнения
 - в) решение алгебраического уравнения.
10. Когда используется метод неопределенных множителей Лагранжа
 - а) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме равенств
 - б) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме неравенств
 - в) когда нет никаких ограничений

Рейтинг-контроль №2

1. Что такое глобальный минимум?
 - а) самый минимальный из всех минимумов
 - б) находящийся вблизи точки поиска
 - в) то же самое, что и локальный
2. Что такое локальный минимум?
 - а) самый минимальный из всех минимумов
 - б) находящийся вблизи точки поиска
 - в) то же самое, что и глобальный
3. Как задается целевая функция в задачах линейного программирования?
 - а) в виде линейной функции нескольких переменных
 - б) в виде дифференциального уравнения
 - в) в виде нелинейной функции
4. К какому классу методов оптимизации относится градиентный метод?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
5. К какому классу методов оптимизации относится метод наискорейшего спуска?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
6. Какой метод оптимизации используется при решении транспортной задачи?
 - а) аналитические методы
 - б) методы математического программирования
 - в) линейное программирование
7. К какому классу методов оптимизации относится метод «сканирования»?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
8. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования
 - в) к линейному программированию
9. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам нелинейного программирования
 - в) к линейному программированию
10. Когда используется метод неопределенных множителей Лагранжа
 - а) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме равенств
 - б) когда на управляющие переменные накладываются ограничения в форме неравенств
 - в) когда нет никаких ограничений

Рейтинг-контроль №3

1. Условие нахождения экстремума функции многих переменных
 - а) обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - б) обращение в нуль вторых производных функции
 - в) когда производные больше нуля
2. Вид экстремума для функции одной переменной определяется:
 - а) по знаку второй производной, если $R''(U) > 0$, то *min*, если $R''(U) < 0$, то *max*
 - б) по знаку второй производной, если $R''(U) < 0$, то *min*, если $R''(U) > 0$, то *max*
3. К какому классу методов оптимизации относится метод вариационного исчисления?
 - а) к аналитическим методам
 - б) к методам математического программирования

- в) к линейному программированию
4. К какому классу методов оптимизации относится метод «золотого сечения»?
- к аналитическим методам
 - к методам нелинейного программирования
 - к линейному программированию
5. Что понимается под экономической оценкой эффективности технологических процессов
- или прибыль, или себестоимость
 - минимальная продолжительность процесса
 - условия проведения процесса
6. Какая команда системы MATLAB находит минимум функции одной переменной?
- fminbnd()
 - fmin()
 - fminsearch()
7. Какая команда системы MATLAB находит минимум функции нескольких переменных?
- fminsearch()
 - fmin()
 - fminbnd()
8. Когда применяется метод динамического анализа?
- для оптимизации многостадийных процессов
 - для решения транспортной задачи
 - для решения экономической задачи
9. Условие нахождения экстремума функции многих переменных
- обращение в нуль частных производных функции в точке экстремума.
 - обращение в нуль вторых производных функции
 - когда производные больше нуля
10. Что такое глобальный минимум?
- самый минимальный из всех минимумов
 - находящийся вблизи точки поиска
 - то же самое, что и локальный

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену

- Роль математического моделирования при решении задач оптимизации.
- Общая постановка задачи оптимизации.
- Критерий оптимальности или целевая функция.
- Дополнительные условия (ограничения) при решении задач оптимизации
- Классификация методов оптимизации.
- Краткая характеристика аналитического поиска экстремума.
- Характеристика и особенности метода неопределенных множителей Лагранжа
- Принцип максимума Л.С.Понтрягина (применяется для решения широкого класса задач оптимального расчета и управления химико-технологическими процессами). Суть метода.
- Алгоритм расчета задач методом сканирования.
- Метод «золотого сечения». Характеристика метода.
- Линейное программирование. Задачи линейного программирования.
- Графическая интерпретация метода линейного программирования.
- Градиентные методы поиска экстремума.
- Экономическая оценка эффективности технологических процессов
- Распространенные ошибки при постановке задачи оптимизации.
- Прибыль в качестве критерия оптимальности.
- Общая характеристика методов решения задач оптимизации
- Связь принципа максимума с другими методами оптимизации.
- Чувствительность оптимума.

20. Особенности методов нелинейного программирования.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студентам выдаются вопросы по каждой теме с указанием источников информации. Контроль знаний осуществляется в виде устного опроса при защите лабораторных работ и при прохождении промежуточного теста.

Вопросы для самостоятельной проработки:

Тема № 1 Экономическая оценка эффективности технологических процессов

Тема № 2

1. Распространенные ошибки при постановке задачи оптимизации.
2. Прибыль в качестве критерия оптимальности.
3. Норма прибыли в качестве критерия оптимальности
4. Норма рентабельности капиталовложений в качестве критерия

оптимальности

Тема № 3

1. Общая характеристика методов решения задач оптимизации
2. Метод динамического программирования (применяется для оптимизации многостадийных процессов: процессы ректификации, абсорбции, экстракции, в тарельчатых колоннах или секционированных аппаратах).
3. Принцип максимума Л.С.Понтрягина (применяется для решения широкого класса задач оптимального расчета и управления химико-технологическими системами).
4. Связь принципа максимума с другими методами оптимизации.
5. Чувствительность оптимума.
6. Особенности методов нелинейного программирования.
7. Симплексный метод.
8. Общая характеристика методов случайного поиска.
9. Сравнение различных методов

оптимизации.

Тема № 4

1. Общие сведения о системе MATLAB
2. Общие правила составления целевых функций на основе математических описаний технологических процессов.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]/А.М. Гумеров, Н.Н. Валеев, В.М.Емельянов. – М: КолосС,	2008	http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206310-SCN0004.h

2.Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде Matlab: курс лекций. Учебное пособие. – М.: Инфа-М. 496 с.	2013	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203548.html).
3. . Прикладные информационные технологии: Учебное пособие/ Е.Л.Федотова, Е.М.Портнов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М.)	2013	http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392462)
Дополнительная литература		
1. Антонов Александр Владимирович. Системный анализ: учебник для вузов. Изд-во ИНФРА-М., 366.	2020	https://znanium.com/catalog/document?id=348727
2. Барабанов, Николай Николаевич. Расчеты химико-технологических процессов в системе MatLab : учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) .— Владимир : — 102 с. : ил., табл. — Имеется электронная версия .— Библиогр.: с. 101.	2011	http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/305.2
3. Матренин, П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие / Матренин П. В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, - 67 с. - ISBN 978-5-7782-2861-0. -	2016	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228610.html

6.2. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений: науч.-техн. журн. Химия и химическая технология. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: [б. и.], ISSN 0579-2991.


6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
2. <http://alumni.pharminnotech.com/biblioteka/paht>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные и практические занятия проводятся в специализированном компьютерном классе (ауд. 320, 1 корпус)

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316, Matlab – 12.

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  Земскова В.Т.

Рецензент: Директор ООО «Промпласт»  Тиманцев Я.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 09 от 21.05.22

Заведующий кафедрой  Ю.Т.Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.04.01 «Химическая технология»

Протокол № 02 23.05.22

Председатель комиссии  Ю.Т.Панов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____