

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.06

(индекс дисциплины)

Методы оптимизации

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **12** Органической химии

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **18.04.01 Химическая технология**

Профиль подготовки: **Химия и технология продуктов тонкого органического синтеза**

Уровень образования: **магистратура**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		
	Аудиторные занятия	36		
	Лекции			
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	36		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	3		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная			2							
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению 180401 Химическая технология

и на основании учебного плана № m180401.12-12_20

Кафедра-разработчик: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Органической химии

Заведующий кафедрой: Тришин Ю.Г.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области организации процессов химической технологии органических веществ.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть эффективные методы организации и оптимизации научного эксперимента при исследовании химико-технологических процессов: выбор и составление плана эксперимента, проведение измерений, анализ результатов выполненных исследований, построение математических моделей изучаемых процессов, определение оптимальных условий их проведения;
- Обучить основным подходам к оптимизации химико-технологических процессов, построению моделей, применению специализированных программ для анализа, синтеза и оптимизации действующих промышленных и новых химических производств органических веществ;
- Освоить методологию и технологии оптимизации при исследовании, проектировании и эксплуатации химико-технологических систем и процессов производства органических веществ.

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-3	способностью использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) современные методы оптимизации химико-технологических процессов; 2) новейшие достижения современной технологии материалов. Уметь: 1) выбирать наиболее рациональные технологические схемы переработки сырья с учетом требований безопасности жизнедеятельности человека, снижения количества сбросов и выбросов и энергосбережения; 2) выбирать режимные характеристики и методы контроля технологических процессов. Владеть: 1) современными методами исследования свойств материалов; 2) современными методами организации лабораторных и промышленных испытаний.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков) (ПК-3);

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Введение в моделирование химико-технологических процессов			
Тема 1. Общая постановка задач оптимизации процессов Экономическая оценка эффективности процессов. Модели процессов и их роль в решении оптимальных задач. Характеристика методов решения задач оптимизации.	7		
Тема 2. Общая постановка задач оптимизации экспериментов Математическая теория эксперимента. Пассивный и активный эксперимент. Предварительная обработка опытных данных. Планирование эксперимента. Оптимальные планы первого порядка. Полный и дробный факторный эксперимент. Композиционные планы второго порядка. Экспериментальный поиск оптимума.	9		
Текущий контроль 1 Коллоквиум 1	4		
Учебный модуль 2. Химико-технологические процессы			
Тема 3. Химико-технологический процесс и его оптимизация Характеристика химико-технологических процессов (ХТП) и химико-технологических систем (ХТС): элементы структуры ХТС и информационные связи, операторы ХТС, свойства ХТС. Анализ и синтез ХТС и их оптимизация.	10		
Тема 4. Общие закономерности химико-технологических процессов Формальная химическая кинетика. Стехиометрия, скорость и равновесие химических реакций. Способы увеличения скорости химических реакций. Макрокинетика. Диффузия.	12		
Текущий контроль 2. Коллоквиум 2	4		
Учебный модуль 3. Выбор оптимальной компоновки оборудования химико-технологического процесса.			
Тема 5. Химические реакторы Классификация химических реакторов. Уравнение материального баланса реактора. Реакторы с различными режимами движения среды: идеального смешения (периодический и проточный), идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения. Уравнение теплового баланса реактора. Реакторы с различными тепловыми режимами: политермический, адиабатический, изотермический. Сравнение эффективности работы реакторов.	8		
Тема 6. Компоновка оборудования Выбор компоновки оборудования для переработки сырья. Контроль технологического процесса, разработка норм выработки, определение технологических показателей, расхода сырья, материалов и энергоносителей	12		
Текущий контроль 3. Коллоквиум 3	2		
Аттестация по дисциплине (зачет)	4		
ВСЕГО:	72		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрены

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Цели, задачи и методы оптимизации химико-технологических процессов	3	2				
2	Планирование эксперимента	3	2				
2	Обработка результатов	3	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	эксперимента						
3	Анализ, синтез и оптимизация химико-технологического процесса	3	2				
4	Влияние различных параметров и способы регулирования обратимых процессов	3	4				
4	Кинетика и методы расчета процессов в гомогенных средах	3	2				
4	Кинетика и методы расчета процессов в гетерогенных средах. Диффузия.	3	2				
4	Способы увеличения скорости химических реакций	3	2				
5	Расчет единичного реактора	3	4				
5	Расчет каскада реакторов	3	2				
6	Принципы расчета материального баланса технологического процесса и сравнительной оценки вариантов	3	2				
6	Принципы расчета теплового баланса технологического процесса и сравнительной оценки вариантов	3	2				
6	Принципы контроля технологического процесса	3	2				
6	Оптимизация технологических схем и ее принципы	3	4				
6	Выбор и оценка технологических схем	3	2				
ВСЕГО:			36				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3	Коллоквиум	3	3				

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	20				
Подготовка к практическим занятиям	3	12				
Подготовка к зачету	3	4				
ВСЕГО:		36				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические занятия	Работа в команде	3		
ВСЕГО:		3		

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Бочкарев В.В. Оптимизация химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бочкарев В.В.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34690>.— ЭБС «IPRbooks».

б) дополнительная учебная литература

2. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс]/ В.И.Струченков— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 315 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8722>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.В.Пантелеев, Т.А. Летова— М.: Логос, 2011.— 424 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9093>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров — Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 367 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17283>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Закгейм А.Ю.— М.: Логос, 2012.— 304 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9103>.— ЭБС «IPRbooks»

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

- 1) Методы оптимизации и теории управления [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Методы оптимизации», «Математические методы теории управления»/ сост. Ю.И. Денисенко — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 18 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22891>.— ЭБС «IPRbooks»

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Журнал «Теоретические основы химической технологии». Режим доступа: <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=toht>
2. Scilab [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.scilab.org/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом (ноутбук, медиапроектор);

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации по следующим темам: «Модели процессов и их роль в решении оптимальных задач», «Анализ и синтез ХТС и их оптимизация», «Классификация химических реакторов».

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Закрепление теоретических знаний; овладение умениями и навыками, предусмотренными целями конкретной темы или раздела программы; ознакомление с новыми методами исследования; изучение на практике методов научных исследований; развитие инициативы и самостоятельности в работе.
Самостоятельная работа	Данный вид работы предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на аудиторных занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, подготовки к коллоквиумам и зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться при участии преподавателя. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, отчеты по лабораторным занятиям, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3 (3)	1. Определяет новейшие достижения современной химической технологии органических веществ 2. Выбирает наиболее рациональные технологические схемы переработки сырья с учетом требований безопасности жизнедеятельности человека, снижения количества сбросов и выбросов и энергосбережения 3. Использует современные методы организации лабораторных исследований	1. Устное собеседование 2. Практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (23 вопросов) 2. Практические задания (10 заданий)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание методов оптимизации в области химической технологии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не владеет современными методами оптимизации в области химической технологии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

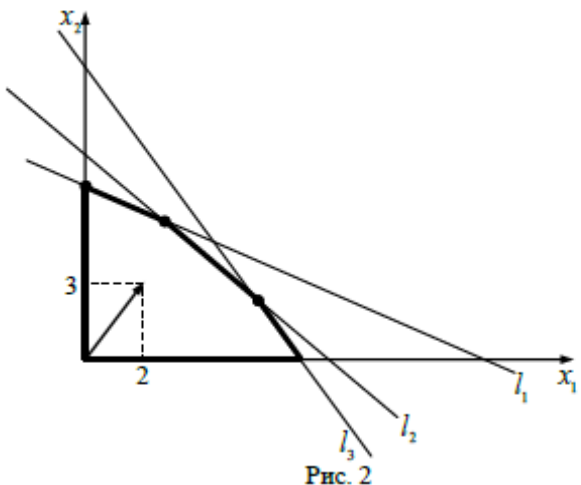
10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Экономическая оценка эффективности процессов	1
2	Модели процессов и их роль в решении оптимальных задач	1
3	Характеристика методов решения задач оптимизации. Чувствительность оптимума	1
4	Математическая теория эксперимента. Пассивный и активный эксперимент	2
5	Предварительная обработка опытных данных. Планирование эксперимента	2
6	Оптимальные планы первого порядка. Полный и дробный факторный эксперимент	2
7	Композиционные планы второго порядка. Экспериментальный поиск оптимума	2
8	Характеристика химико-технологических процессов (ХТП) и химико-технологических систем (ХТС)	3
9	Элементы структуры ХТС и информационные связи, операторы ХТС, свойства ХТС.	3
10	Анализ и синтез ХТС и их оптимизация	3
11	Формальная химическая кинетика	4
12	Стехиометрия, скорость и равновесие химических реакций	4
13	Способы увеличения скорости химических реакций	4
14	Макрокинетика. Диффузия	4
15	Классификация химических реакторов	5
16	Уравнение материального баланса реактора	5
17	Реакторы с различными режимами движения среды: идеального смешения (периодический и проточный), идеального вытеснения	5
18	Каскад реакторов идеального смешения	5

19	Уравнение теплового баланса реактора	5
20	Реакторы с различными тепловыми режимами: политермический, адиабатический, изотермический. Сравнение эффективности работы реакторов.	5
21	Выбор компоновки оборудования для переработки сырья	6
22	Контроль технологического процесса	6
23	Разработка норм выработки, определение технологических показателей, расхода сырья, материалов и энергоносителей	6

10.2.2 Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ																			
1	<p>Предприятие располагает тремя видами сырья и может выпускать одну и ту же продукцию двумя способами. При этом за 1 час работы первым способом выпускается 20 единиц продукции, а вторым - 30. Количество сырья того или иного вида (в одинаковых мерах веса), расходуемого за 1 час при различных способах производства, и запасы сырья приведены в таблице.</p> <table border="1" data-bbox="236 840 758 969"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Способ производства</th> <th colspan="3">Сырьё</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Первый</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Второй</td> <td>20</td> <td>10</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Запасы сырья</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table> <p>Требуется найти план производства, при котором будет произведено наибольшее количество продукции.</p>	Способ производства	Сырьё			1	2	3	Первый	10	20	15	Второй	20	10	15	Запасы сырья	100	100	90	<p>Пусть x_1 и x_2 - время использования первого и второго способов производства. Тогда целевая функция имеет вид $f_{1,2} = 20x_1 + 30x_2$. Размерности левой и правой частей совпадают. Ищется максимальное (<i>max</i>) значение целевой функции.</p> <p>Система ограничений:</p> $\begin{cases} 10x_1 + 20x_2 \leq 100 \\ 20x_1 + 10x_2 \leq 100 \\ 15x_1 + 15x_2 \leq 90 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases} \quad (1)$ <p>Графический в осях 1 и 2 система ограничений будет представлять собой замкнутый пятиугольник, образованный пересечением линий рис.2:</p> $\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 10 (e_1) \\ 2x_1 + x_2 \leq 10 (e_2) \\ x_1 + x_2 \leq 6 (e_3) \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ <p>Градиент f будет иметь координаты $\vec{G} \in \{3\}$.</p>  <p>Рис. 2</p> <p>Передвигая линейку вверх, по линии действия градиента перпендикулярно ему, получим, что линейка "покидает" область определения в точке пересечения линий l_1 и l_3, то есть в точке, имеющей приблизительные координаты $(2, 4)$.</p> <p>Уточняем решение:</p> $\begin{cases} 10x_1 + 20x_2 = 100 \\ 15x_1 + 15x_2 = 90 \end{cases} \Rightarrow x_1 = 2, x_2 = 4$ <p>Таким образом, для производства наибольшего количества продукции при имеющихся запасах сырья необходимо 2 часа применять первый способ</p>
Способ производства	Сырьё																				
	1	2	3																		
Первый	10	20	15																		
Второй	20	10	15																		
Запасы сырья	100	100	90																		

		<p>производства и 4 часа - второй способ. При этом будет изготовлено $f = 20 \cdot 2 + 30 \cdot 4 = 160$ единиц продукции. Проанализируем складские запасы Первое сырьё: $10 \cdot 2 + 20 \cdot 4 = 100$ израсходовано полностью. Второе сырьё: $20 \cdot 2 + 10 \cdot 4 = 80 < 100$ - осталось 20 единиц. Третье сырьё: $15 \cdot 2 + 15 \cdot 4 = 90$ израсходовано полностью.</p>
2	<p>Что является критерием оптимальности? Ответ обоснуйте. Приведите пример.</p>	<p>Показатель, выражающий предельную норму экономического эффекта принимаемого решения для сравнительной оценки возможных решений и выбора наилучшего из них. Например, задача Герона.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета, и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Время на подготовку ответа 40 минут, время ответа не более 10 минут.
- Письменный конспект подготовки может быть использован при обязательном устном собеседовании