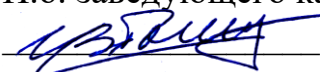


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт *Политехнический*  
Кафедра «Электро- и нанотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Электро- и нанотехнологии»  
«11» января 2023 г., протокол №4

И.о. заведующего кафедрой  
 И.В. Гнидина

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Оптимизация химико-технологических процессов»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки

**18.04.01 Химическая технология**

с направленностью (профилем)

**Технология органического синтеза**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180401-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Волгин В.М., профессор, докт.техн.наук, профессор  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является формирование технологического мышления, выявление связи между развитием химической науки и химической технологии, расширение знаний по оптимизации перспективных процессов переработки сырья.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- ориентация на создание экологически безопасных ресурсосберегающих технологий;
- осознание, что важнейшими инструментами решения природоохранных задач в промышленной химии является оптимизация химико-технологических процессов (ХТП);
- обоснование критериев термодинамического совершенства ХТП; физико-химических принципов технологических операций и их базовых математических моделей; методологии анализа и синтеза ХТС.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается во 2 семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) методики разработки норм выработки, технологических нормативов, выбора оборудования и технологической оснастки (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.1);
- 2) методики поиска оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к ее качеству, экономичности, экологичности и безопасности (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1);

### **Уметь:**

- 1) обоснованно разрабатывать нормы выработки, технологические нормативы, выбирать оборудование и технологическую оснастку (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.2);
- 2) находить оптимальные решения при создании продукции с учетом требований к ее качеству, экономичности, экологичности и безопасности (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2)

### **Владеть:**

1) практическими навыками разработки норм выработки, технологические нормативы, выбора оборудования и технологической оснастки (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.3);

2) практическими навыками поиска оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к ее качеству, экономичности, экологичности и безопасности оснастки (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3).

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	Э	5	180	24	12	-	-	2	0,25	141,75
Итого	–	5	180	24	12	-	-	2	0,25	141,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

##### 4.2 Содержание лекционных занятий

###### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Характеристика задач оптимизации процессов химической технологии. Иерархическая структура процессов химических производств, их математическое моделирование и оптимизация.
2	Основные принципы оптимизации стационарных и динамических процессов химической технологии.
3	Оптимизация типовых химико-технологических процессов. Аналитические методы оптимизации химико-технологических процессов. Численные методы одномерной оптимизации. Численные методы многомерной оптимизации.
4	Оптимизация термодинамических процессов на примере определения азеотропных условий при парожидкостном равновесии.
5	Оптимизация физико-химических процессов на примере определения оптимального времени пребывания и температуры в реакторах с мешалкой и трубчатых реакторах.

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Оптимизация химико-технологических процессов на примере определения оптимальных режимных параметров ректификационных колонн в технологической схеме получения абсолютного спирта.
7	Определение оптимального времени пребывания смеси в проточном реакторе с мешалкой для последовательной химической реакции в аппарате идеального смешения, приняв в качестве критерия оптимальности выход целевого промежуточного продукта.
8	Определение оптимального времени проведения последовательной реакции, используя в качестве критерия оптимальности выход промежуточного продукта.
9	Определение оптимальной температуры проведения обратимой двухкомпонентной обратимой реакции в реакторе с мешалкой, используя в качестве критерия оптимальности выход целевого продукта.
10	Моделирование парожидкостного равновесия в бинарных системах с учетом неидеальности жидкой и паровой фаз.
11	Моделирование периодических реакторных процессов с учетом данных о константах скоростей отдельных стадий химических превращений.
12	Моделирование непрерывных реакторных процессов с учетом конверсии ключевых реагентов. Моделирование непрерывных реакторных процессов на основе данных о константах равновесия химических реакций. Моделирование непрерывных реакторных процессов с учетом данных о константах скоростей отдельных стадий химических превращений.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Приближенный оценочный и проектный расчет непрерывной ректификации на основе выбора ключевых компонентов разделяемых смесей и определение оптимального давления.
2	Моделирование процессов непрерывной ректификации в тарельчатых и насадочных колоннах. Расчет фазового равновесия газ-жидкость и пар-жидкость с использованием уравнений состояния при различных давлениях.
3	Расчет процессов физической абсорбции и ректификации с использованием концепции теоретической тарелки. Эмпирический учет эффективности контактных устройств колонных аппаратов.
4	Определение оптимальных диаметров и высот ректификационных колонн, а также перепада давления в колоннах.
5	Моделирование и оптимизация технологических схем химических производств с большим числом рециклических (обратных) материальных и тепловых потоков. Основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии.
6	Определение оптимальных параметров технологических процессов. Выбор эффективных алгоритмов оптимизации энерго- и ресурсосберегающих технологий.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>2 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение домашних работ №№ 1-4
3	Подготовка к коллоквиуму №№ 1-2
4	Подготовка к контрольным работам 1-4
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

#### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

##### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>2 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	2
		Выполнение домашних работ №№ 1-2	8
		Коллоквиум №1	10
		Контрольные работы №1-2	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	2
		Выполнение домашних работ №№ 3-4	8
		Коллоквиум №2	10
		Контрольные работы №3-4	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)

## **Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом, а также компьютером (или ноутбуком), видеопроектором, настенным экраном.

### **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **7.1 Основная литература**

1 Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-3900-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126905>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Егорова, Е. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебно-методическое пособие / Е. В. Егорова, А. Ю. Закгейм. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/218615>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **7.2 Дополнительная литература**

1. Бесков, В. С. Общая химическая технология : учебник для вузов / В. С. Бесков. - Москва : Академкнига, 2005. - 452 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-94628-150-X

2. Игнатенков, В. И. Примеры и задачи по общей химической технологии : учебное пособие для вузов / В. И. Игнатенков, В. С. Бесков. - Москва : Академкнига, 2005. - 198 с. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-94628-130-5

3. Кондауров, Б. П. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов / Б. П. Кондауров, В. И. Александров, А. В. Артемов. - Москва : Академия, 2005. - 336с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1792-1

### **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана
2. <http://cyberleninka.ru/> - НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа. Режим доступа: свободный.- Загл. с экрана.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Adobe Reader
2. Пакет офисных приложений «МойОфис»

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс».