

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Директор Естественно-технологического
института

Петрова Л. А.

подпись

" 26 " 06 2019 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.В.02.ДВ.01.02 Основы оптимизации химических процессов
код и наименование дисциплины

Направление подготовки / специальность 04.04.01 Химия
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность / специализация Физическая и коллоидная химия
наименование направленности (профиля) / специализации образовательной программы

Квалификация выпускника Магистр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик Химии
название кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Часть 1	<u>доцент</u> должность	<u>Химии</u> кафедра	 подпись	<u>Воронько Н. Г.</u> Ф.И.О
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

<u>Химии</u> наименование кафедры	<u>24.06.2019</u> дата	
протокол № <u>12</u>	 подпись	<u>Деркач С. Р.</u> Ф.И.О. заведующего кафедрой-разработчика

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине **Б1.В.02.ДВ.01.02 Основы оптимизации химических процессов**, входящей в состав ОПОП по направлению подготовки 04.04.01 Химия, направленности (профилю) Физическая и коллоидная химия, с 2020 года начала подготовки

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа	Переименование ФГБОУ ВО «МГТУ» в ФГАОУ ВО «МГТУ»	1) Приказ Минобрнауки России № 854 от 31.07.2020 2) Утверждение изменения в компоненты ОПОП Ученым Советом МГТУ (Протокол № 5 от 30.10.2020)	30.10.2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1	Дисциплины (модули)	
Б1.В	Вариативная часть	
Б1.В.02.ДВ.01.02	Основы оптимизации химических процессов	<p>Цель дисциплины – подготовка магистров в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и учебным планом направления 04.04.01 Химия.</p> <p>Задачи дисциплины – дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по планированию эксперимента и обработки результатов, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p><u>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</u></p> <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы моделирования химических процессов и оптимизации моделей; – методы реализации математических моделей на ЭВМ; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять существующее программное обеспечение для решения химико-технологических задач; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками построения математических моделей химических процессов; – навыками составления программ, моделирующих химические процессы. <p><u>Содержание разделов дисциплины:</u></p> <p>Основные понятия и принципы моделирования и оптимизации моделей. Классификация математических моделей химических процессов. Численные методы. Кинетические модели процессов химической технологии и их оптимизация. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Математические модели гидродинамики и их оптимизация. Мат. модели теплообменных процессов и их оптимизация. Мат. модели процессов кристаллизации и их оптимизация. Мат. модели массообменных процессов в системах «жидкость–пар» и их оптимизация. Статистические модели хим. процессов и их оптимизация.</p> <p><i>Реализуемые компетенции:</i> ПК-1-н; ПК-3-н</p> <p><i>Формы отчетности</i> 2 семестр – экзамен</p>

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/
(специальности) 04.04.01 Химия

(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного

13 июля 2017 г. № 655

учебного плана

дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 04.04.01 Химия, направленности (профилю)/специализации Физическая и коллоидная химия, 2019 года начала подготовки.

2. Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью дисциплины «**Основы оптимизации химических процессов**» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и учебным планом направления 04.04.01 Химия, что предполагает освоение обучающимися теоретических знаний и приобретения практических навыков в области планирования эксперимента и обработки результатов.

Задачи дисциплины:

– дать необходимые теоретические знания, практические умения и навыки по основам планирования эксперимента и обработки результатов, позволяющие успешно использовать их в профессиональной деятельности.

3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 04.04.01 Химия:

Таблица 2. - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ПК-1-н. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Компетенция реализуется полностью	ПК-1-н-1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н-2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов
2.	ПК-3-н. Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Компетенция реализуется полностью	ПК-3-н-1. Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными ПК-3-н-2. Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов

**4. Структура и содержание учебной дисциплины
«Основы оптимизации химических процессов»**

Таблица 3 – Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	2											
Лекции	10			10								
Практические работы	36			36								
Лабораторные работы	–			–								
Контактная работа	46			46								
Самостоятельная работа	26			26								
Выполнение курсовой работы (проекта)	–			–								
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36								
Всего часов по дисциплине	108			108								

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+										
Зачет/зачет оценкой	с –/–										
Курсовая работа (проект)	–										
Количество расчетно-графических работ	–										
Количество контрольных работ	1										
Количество рефератов	–										
Количество эссе	–										

Таблица 4 – Содержание разделов дисциплины «Основы оптимизации химических процессов», виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
		Л	ПР	ЛР	СРС
1.	Введение. Основные понятия и принципы моделирования и оптимизации моделей Основные понятия и принципы моделирования. Физическое и математическое моделирование, достоинства и недостатки различных методов моделирования химических процессов.	1	4	–	1
2.	Классификация математических моделей химических процессов Классификация математических моделей, детерминированные и статистические модели химических процессов. Схема разработки математического описания химических процессов.	1	4	–	2
3.	Численные методы Численные методы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Численные методы интегрирования.	1	4	–	2
4.	Кинетические модели процессов химической технологии и их оптимизация Кинетические модели процессов химической технологии, схема построения кинетических моделей. Методы расчета констант скоростей в уравнениях кинетики.	1	6	–	3
5.	Численные методы решения дифференциальных уравнений Численные методы решения дифференциальных уравнений, алгоритмы решения систем дифференциальных уравнений на ЭВМ.	1	2	–	3
6.	Математические модели гидродинамики и их оптимизация Математические модели гидродинамики в реакторах различных типов. Математическое описание зон идеального перемешивания, идеального вытеснения. Ячеечная и диффузионная модели гидродинамики.	1	2	–	3
7.	Математические модели теплообменных процессов и их оптимизация Математическое описание теплообменных процессов в аппаратах. Модель теплообмена в теплообменниках смешения, в трубчатых теплообменниках, в аппаратах комбинированного типа.	1	6	–	3
8.	Математические модели процессов кристаллизации и их оптимизация Математические модели процессов кристаллизации. Описание равновесия и кинетики процесса кристаллизации в поллитермическом режиме. Математическое описание кривых распределения кристаллов по размерам. Модель вакуум-кристаллизации хлорида калия.	1	4	–	3

9.	Математические модели массообменных процессов в системах «жидкость – пар» и их оптимизация Математическое описание процесса абсорбции. Моделирование процесса абсорбции хлористого водорода. Математическое описание процесса ректификации.	1	2	–	3
10.	Статистические модели химических процессов и их оптимизация Статистические модели химических процессов, способы их разработки. Регрессионный анализ, оценка адекватности уравнений регрессии. Принципы математического планирования эксперимента. Методы оптимизации химических процессов.	1	2	–	3
Итого по курсу «Основы оптимизации химических процессов»:		10	36	–	26

Таблица 5 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины «Основы оптимизации химических процессов», и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	РГР	к/р	э	СР	
ПК-1-н	+		+			+		+	Отчет по практической работе Выполнение к/р Устное собеседование по темам СР
ПК-3-н	+		+			+		+	

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), РГР – расчётно-графическая работа, к/р – контрольная работа, э – эссе, СР – самостоятельная работа

Таблица 6 – Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено

Таблица 7 – Перечень практических работ

№ п/п	Наименование практических работ	Кол-во часов	№ темы по табл. 4
1.	Расчёт смесей сложного состава	2	1
2.	Исследование состава смеси при помощи системы химических сенсоров	2	1
3.	Расчёт координат центра масс активированного комплекса	2	2
4.	Расчёт расстояний в пространственных решётках	2	2
5.	Расчёт точки максимума скорости реакции. Уравнение Аррениуса.	2	3
6.	Описание сложных равновесий в химических системах	2	3
7.	Расчёт ламинарного течения жидкости	2	4
8.	Определение размера частиц по скорости седиментации в гравитационном центробежном полях	2	4
9.	Математическое описание простой перегонки	2	4
10.	Расчёт многоступенчатой экстракции уксусной кислоты	2	5
11.	Определение зависимости константы скорости реакции от абсолютной температуры	2	6
12.	Определение порядка и средней скорости реакции	2	7
13.	Кинетика коагуляции. Определение зависимости концентрации золя от времени	2	7
14.	Построение математической модели конвективной диффузии,	2	7

	сопровождающейся химической реакцией		
15.	Расчёт процесса фильтрования в цилиндрических фильтрах	2	8
16.	Расчёт теплопереноса через стенку реактора	2	8
17.	Вероятностная модель кинетики перемешивания	2	9
18.	Выборка результатов химического анализа	2	10
	Итого	36	

5. Перечень контрольных работ

№ п/п	Наименование и содержание контрольной работы	№ темы по табл. 1
1.	КР 1. Линейная алгебра. СЛАУ	1–4

Перечень тем курсовой работы (проекта)

Не предусмотрено

Перечень примерных тем рефератов

Не предусмотрено

Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Не предусмотрено

Перечень расчетно-графических работ (РГР)

Не предусмотрено

6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины «Основы оптимизации химических процессов»:

1. Методические указания к практическим занятиям
2. Методические указания к самостоятельной работе
3. Методические указания к выполнению контрольной работы

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	Воронько, Н. Г. Математические методы расчётов химических процессов / Н. Г. Воронько. – Мурманск. : Изд-во МГТУ, 2015. – 171 с.	–	+	50

Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания

1.	Воронько, Н. Г. Сборник расчётно-графических заданий и задач по коллоидной химии / Н. Г. Воронько. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. – 142 с.	–	+	66
2.	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А. А. Равделя, А. М. Пономарёвой. – 10-е изд., испр. и доп. – СПб. : «Иван Фёдоров», 2002. – 240 с. (29 экз.)	–	+	29
3.	Расчёты и задачи по коллоидной химии: учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / под ред. В. И. Барановой. – М. : Высшая школа, 1989. – 288 с.	–	+	88

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://нэб.рф/>
<http://ito.edu.ru/>
<http://chemexpress.fatal.ru>
<http://www.xumuk.ru>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.chemport.ru>
<http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
<http://www.studentlibrary.ru/>

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27.07.2010 г.)
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.)
4. Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), антивирус Dr.Web Server Security Suite (серверный) (договор №7689 от 23.07.2018, договор №7236 от 03.11.2017, договор №810-000046 от 26.06.2017)

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы оптимизации химических процессов»

Таблица 8 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	500 Л Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1 (корпус «Л»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации аудитории: проекционное оборудование: Мультимедиа-проектор Toshiba TLP-X2500a Ноутбук Asus X553MA 15.6",N3530,4G,500G,DVDRW Настенный проекционный экран Digis Optimal-B, формат 3:4, 120x160 см DSOB-4301 Посадочных мест – 32

2.	406Л Помещение для самостоятельной работы г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1 (корпус «Л»)	Аудитория укомплектована специализированной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета
3.	Аудитория 502Л Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования г. Мурманск, просп. Кирова, д. 1 (корпус «Л»)	Помещение оснащено мебелью для хранения оборудования

Таблица 9 – Технологическая карта дисциплины (промежуточная аттестация – «экзамен»); 2 семестр)

Дисциплина: «Основы оптимизации химических процессов»

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение лекций (5 лекций)	20	30	17-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, (5 лекций) 30 % - 20 баллов; (10 лекций) 60% - 25 баллов; (14 лекций) 100 % - 30 баллов			
2.	Выполнение практических работ (18 п.р.)	30	50	По расписанию
	Выполнение одной п.р. в срок – 1,7 балла; не в срок – 1,1 балла.			
3.	Выполнение контрольных работ (1 к.р.)	10	20	10, 17-ая неделя
	1 к.р. – 20 баллов			
	ИТОГО за работу в семестре	60	100	17-ая неделя
Промежуточная аттестация				
	Экзамен	10	20	Сессия
	Оценка «5» - 20 баллов, Оценка «4» - 15 баллов, Оценка «3» - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	60	100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итого за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5», 81-90 баллов - оценка «4», 70- 80 баллов - оценка «3», 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося.			

Таблица 10 – Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – экзамен)

ФИО	Количество баллов			
	Посещение лекций (20 – 30 балла)	Выполнение практических работ (30 - 50 баллов)	Выполнение контрольных работ – 1 (10 - 20 баллов)	Итого (60-100 баллов)