

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор Естественно-технологического  
института

*Л. А. Петрова*  
подпись

Петрова Л. А.

" 26 " 06 2019 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.В.02.ДВ.02.02 Методы разделения и концентрирования  
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	зав. кафедрой должность	Химии кафедра	 подпись	Деркач С. Р. 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.02.02 Методы разделения и концентрирования**, 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

<b>№ п/п</b>	<b>Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части</b>	<b>Содержание дополнения или изменения</b>	<b>Основание для внесения дополнения или изменения</b>	<b>Дата внесения дополнения или изменения</b>
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	Наименование циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточной аттестации)
Б1.В.02. ДВ.02.02	Методы разделения и концентрирования	<p><b>Цель дисциплины:</b> подготовка магистров в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и учебным планом направления подготовки 04.04.01 Химия профиль «Физическая и коллоидная химия».</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b> сформировать у обучающихся необходимые знания о традиционных и новейших методах разделения и концентрирования, позволяющих успешно использовать их в профессиональной деятельности.</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химические основы методов (т.е. за счет чего происходит разделение и концентрирование), их достоинства и недостатки;</li> <li>– способы реализации метода и конкретные примеры;</li> <li>– специфические особенности рассматриваемых способов разделения и концентрирования и достигаемые в них метрологические показатели.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сравнительный анализ различных методов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретическими основами различных классов методов разделения и концентрирования, в том числе методов, основанных на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, методов внутрифазового распределения;</li> <li>– навыками выбора областей и объектов анализа, для которых эти методы могут быть использованы;</li> </ul> <p><b>Содержание разделов дисциплины:</b> Экстракционное разделение и концентрирование, электрохимические методы концентрирования, сорбционные методы, хроматография, методы концентрирования на основе образования новой фазы.</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b> ПК-1-н; ПК-3-н</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b> Очная форма обучения: Курс 1, Семестр 1 – экзамен</p>

## Пояснительная записка

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Минобрнауки РФ 13 июля 2017 года № 655, учебного плана в составе ОП по направлению подготовки/специальности 04.04.01 Химия, профилю «Физическая и коллоидная химия».

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

#### Цель дисциплины:

подготовка магистров в соответствии с квалификационной характеристикой магистра и учебным планом направления подготовки 04.04.01 Химия профиль «Физическая и коллоидная химия».

#### Задачи дисциплины:

сформировать у обучающихся необходимые знания о традиционных и новейших методах разделения и концентрирования, позволяющих успешно использовать их в профессиональной деятельности. Эти операции представляют собой неотъемлемую и важнейшую часть одной из основных стадий аналитического процесса – подготовки пробы.

### 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 04.04.01 Химия профиль «Физическая и коллоидная химия»:

**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

**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

Таблица 2. Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции
1.	<b>ПК-1-н.</b> Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	Компетенция реализуется частично в части «Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии» - аналитической химии	<b>Знать:</b> – теоретические основы методов разделения и концентрирования при решении профессиональных задач – основные принципы работы приборов, используемых для разделения и концентрирования <b>Уметь:</b> – самостоятельно выбирать метод разделения или концентрирования для решения конкретной аналитической задачи – налаживать, настраивать и осуществлять проверку аналитического оборудования <b>Владеть:</b> – навыками использования различных методов разделения и концентрирования; – навыками обработки результатов экспериментов – навыками практической работы и техникой безопасности в аналитической лабо-

			<p>ратории</p> <p><b>ПК-1-н-1.</b> Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p> <p><b>ПК-1-н-2.</b> Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>
2.	<p><b>ПК-3-н.</b> 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</p>	<p>Компетенция реализуется частично в части «Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения в выбранной области химии» - аналитической химии, физической и коллоидной химии</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы решения проблем, связанных с разделением и концентрированием анализируемой пробы</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– систематизировать информацию, полученную в ходе выполнения анализов, НИР</li> <li>– сопоставлять полученные результаты с литературными данными</li> <li>– проводить оценку достоверности полученных результатов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками определения возможных направлений продолжения работ, связанных с разделением и концентрированием</li> <li>– навыками планирования экспериментальных работ</li> </ul> <p><b>ПК-3-н-1.</b> Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными</p> <p><b>ПК-3-н-2.</b> Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов</p>

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

**Таблица 3** - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	3							
<b>Аудиторные часы</b>								
Лекции	10			10				
Практические работы	-			-				
Лабораторные работы	12			12				
<b>Часы на самостоятельную и контактную работу</b>								
Выполнение, консультирование, защита курсовой работы (проекта)	-			-				
Самостоятельная работа	50			50				
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36				
Всего часов по дисциплине	108			108				

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

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

**Таблица 4.** Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения					
		Очная			Заочная		
		Л	ЛР	СР	Л	ПР	СР
1.	<p><b>Введение. Разделение и концентрирование в аналитической химии.</b>                      Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов) макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концентрирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Место и роль разделения и концентрирования в анализе: стадия пробоподготовки, прямые и гибридные методы.                      Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.                      Постановка задачи: требования к методике, сопоставление методов.</p>	2		10			
2.	<p><b>Экстракционное разделение и концентрирование.</b>                      Роль экстракции в аналитической химии. Основные понятия жидкостной экстракции: экстракция, исчерпываемая (отдающая) фаза, рафинат, экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Количественные характеристики экстракционных процессов: степень (фактор) экстракции (извлечения), коэффициент концентрирования, (фактор обогащения), коэффициент разделения.                      Способы проведения экстракции: периодическая (простая) экстракция, непрерывная экстракция, экстракционная хроматография, противоточная экстракция. Энергетика экстракционных процессов: качественное рассмотрение (гидратация, сольватация, диссоциация, энтропийный фактор), фазовое равновесие, химические потенциалы, стандартное состояние, закон действующих масс. Классификация экстракционных процессов: физическое распределение, катионообменная экстракция, анионообменная экстракция, координационная экстракция, экстракция смесями экстрагентов. Типичные экстрагенты. Нетрадиционные методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.</p>	2	4	10			
3.	<p><b>Электрохимические методы концентрирования. Сорбционные методы концентрирования.</b>                      Электровыделение (законы Фарадея, потенциостатический и гальваностатический режимы), цементация, электрокинетические методы, двойной электрический слой, электрофорез (разновидности, в том числе капиллярный электрофорез), электродиализ, электроосмос.</p>	2	4	10			

	Основные понятия сорбции (адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация, физическая адсорбция, хемосорбция), физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции (потенциал Леннард-Джонса, межмолекулярные силы Лондона и Гамакера), изотермы адсорбции (Лэнгмюра, БЭТ и Фрейдлиха), виды сорбентов (оксиды, оксигидраты, сульфидные сорбенты, цианофератные сорбенты, органические иониты, комплексообразующие (хелатные сорбенты)).					
4.	<b>Хроматография</b> Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.	2		10		
5.	<b>Методы концентрирования на основе образования новой фазы. Иные методы концентрирования.</b> Осаждение и соосаждение (типы осадков, осадители). Направленная кристаллизация и зонная плавка. Пробирная плавка. Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования).	2	4	10		
<b>Итого:</b>		10	12	50		

**Таблица 5.** Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм текущего контроля

Перечень компетенций	Виды занятий и оценочные средства				Формы текущего контроля
	ПР	ЛР	СР	р	
ПК-1-н	-	+	+	+	Защита лабораторных работ Защита реферата Тест
ПК-3-н	-	+	+	+	Защита лабораторных работ Защита реферата Тест

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

**Таблица 6.** Перечень лабораторных работ

№ п/п	Темы практических работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1.	Концентрирование микроколичеств алюминия и железа из природных вод экстракцией 8-оксихинолином с последующим фотометрическим определением	2	

2.	Экстракционно–фотометрическое определение меди из природных вод диэтилдитиокарбаматом свинца	2	
3.	Определение селективности ионита КУ-2-8 по извлечению ионов меди (в динамических условиях)	4	
4.	Концентрирование микроколичеств железа из природных вод соосаждением с карбонатом кальция и последующим колориметрическим определением железа с сульфосалициловой кислотой	4	
	ИТОГО	12	

**Таблица 7.** Перечень практических работ – не предусмотрены.

### 5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта – не предусмотрены

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины «Методы разделения и концентрирования» для обучающихся по направлению подготовки 04.04.01 Химия профиль «Физическая и коллоидная химия»

1. Методические указания к самостоятельной работе и написанию реферата по дисциплине;
2. Методические указания к лабораторным работам.

### 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.	Аналитическая химия : учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2003, 2002. - 384 с.	–	+	47
2.	Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В. П. Васильева. - 3-е изд., стер. ; 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2004, 2003. - 320 с.	–	+	194
3.	Аналитическая химия : учебник для вузов. В 3 т. Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / [И. Г. Зенкевич и др.] ; под ред. Л. Н. Москвина. - Москва : Академия, 2008. - 299, [1] с.	-	+	3

#### Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1.	Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е.	+	-	-

	В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2017. — 59 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/76128.html">http://www.iprbookshop.ru/76128.html</a>			
--	---	--	--	--

## 9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>  
<http://chemport.ru/>  
<http://www.anchem.ru>  
<http://moya-shkola.info/>  
<http://knigozilla.ru/9266-analiticheskaja-khimija..html>  
<http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>  
<http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>  
<http://anchem.ru/>  
<http://chemexpress.fatal.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 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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.	Корпус Л ауд. 500 Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей); в том числе имеется: 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.	Корпус Л ауд. 509 Учебная аудитория «Лаборатория аналитической химии» для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей), в том числе имеется: Весы лабораторные «SHINKO» DJ-300E Весы аналитические «RADWAG WAS 220/C/2» Мешалка магнитная ПЭ – 6100 рН-метр-иономер «ЭКСПЕРТ - 001» Печь электрокамерная ЭКПС-10 Спектрофотометр ЮНИКО-1201 Титровальное приспособление ТПР-М-УХЛ

		<p>Центрифуга лабораторная ОПн-8УХЛ42          Шкаф сушильный ЛЮР LF с модулем управления TS87B          Штатив для электродов ШП-96          Штатив для пипеток ПЭ-2910          Электроплитка          Набор химической посуды для выполнения химического анализа методами разделения и концентрирования.          Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся соответствуют требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами          Посадочных мест в учебной аудитории – 12</p>
3.	<p>Корпус Л ауд. 510          Учебная аудитория «Лаборатория физической и коллоидной химии» для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Аудитория оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, необходимыми для освоения программ дисциплин (модулей), в том числе имеется:          Колориметр фотоэлектрический концентрационный КФК– 2          рН-метр Ионномер «Эксперт - 001»          Спектрофотометр ЮНИКО-1201          Термостат ИТЖ – 0-03          Фотометр КФК – 3          Оснащенность лабораторных помещений и условия работы в них обучающихся соответствуют требованиям техники безопасности по работе с химическими реактивами          Посадочных мест в учебной аудитории – 12</p>
4.	<p>Корпус Л ауд. 406          Помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета</p>

**Таблица 9.** Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации дисциплины. Форма обучения очная

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
	<b>Посещение лекций (5 лекций)</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	
	Нет посещений – 0 баллов, (2 лекций) 40 % - 3 балла; (4 лекции) 80 % - 6 баллов; (5 лекций) 100 % - 12 баллов			
1.	<b>Выполнение лабораторных работ (4 работы)</b>	26	29	По расписанию
	Выполнение одной ЛР в срок (по расписанию занятий) – 7,25 баллов, не в срок (но в течение двух недель после даты по расписанию) – 6,5 балла.			
2.	<b>Защита лабораторных работ</b>	26	29	По расписанию
	Защита одной ЛР в срок (в течение двух недель после даты выполнения ЛР по расписанию) – 7,25 баллов, не в срок – 6.5 балла.			
3.	<b>Реферат (1 р)</b>	5	10	По расписанию
	Одна к/р – от 5 до 10 баллов. Отлично – 10 баллов, хорошо – 8 баллов, удовлетворительно – 5 баллов			
	<b>ИТОГО</b> за работу в семестре	<b>60</b>	<b>80</b>	последняя неделя семестра
<b>Промежуточная аттестация</b>				
	<b>Экзамен</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	
	<b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) <b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b> 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» <b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			