

Минобрнауки России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Василенко В.Н.  
(Ф.И.О.)

"26" 05 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы экстракции и ионного обмена  
(наименование дисциплины (модуля))

Специальность

**18.05.02 Химическая технология материалов  
современной энергетики**

специализация № 3

**"Технология теплоносителей и радиозекология ядерных  
энергетических установок"**

Квалификация выпускника  
**Инженер**

Разработчик \_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (дата) Плотникова С.Е. \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой НХиХТ  
(наименование кафедры, являющейся ответственной за данное направление подготовки, профиль)  
\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (дата) Нифталиев С.И. \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

## Цели и задачи дисциплины

Основной целью дисциплины «**Основы экстракции и ионного обмена**» - изучение теоретических основ методов получения и очистки веществ – экстракции и ионного обмена;

- формирование компетенций, необходимых для реализации производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности.

Основными задачами изучаемой дисциплины являются **производственно-технологическая и научно-исследовательская деятельность**, которые включают:

### **производственно-технологическая деятельность:**

- организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно чистых веществ, их соединений;

- проведение экологического и радиационного мониторинга.

### **научно-исследовательская деятельность:**

- проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики.

### **Объектами профессиональной деятельности являются:**

- руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе;

- природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов;

- технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки;

- оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов.

## Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Компетенция	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			Знать	Уметь	Владеть
	ПСК-3.1	способностью к безопасному проведению, контролю, разработке и усовершенствованию технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды	- физико-химические основы процессов экстракции и ионного обмена; - методы контроля чистоты веществ-теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа	- выполнять основные химические операции; - использовать основные химические законы; - прогнозировать влияние различных факторов	- навыками принятия решения по безопасному управлению технологическим процессом с целью обеспечения качества продукции
	ПК-2	способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических	- основные характеристики сырья и материалов, участвующих в технологическом	- измерять характеристики основных параметров технологического процесса и	- способами решения отдельных операций конкретных процессов очистки и получения чистых веществ;

	нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса	процессе;	оценивать их соответствие нормативам; - быть способным обоснованно выбирать приборы и оборудование для измерения основных параметров технологического процесса;	
--	--	-----------	---	--

### 3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Основы экстракции и ионного обмена» относится к вариативной части блока 1 ОП (Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.6).

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр8
	акад.	акад.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	180	180
<b>Контактная работа, в т.ч.</b> аудиторные занятия:	73,9	73,9
Лекции	36	36
Лабораторные работы	18	18
Практические работы	18	18
Консультации текущие	1,8	1,8
Зачет	0,1	0,1
<b>Виды аттестации зачет</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>106,1</b>	<b>106,1</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	18	18
Проработка материалов по учебным пособиям (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий),	70,1	70,1
Подготовка к защите лабораторных работ, (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	9	9
Оформление отчетов по лабораторным работам	9	9
Подготовка к экзамену (контроль)		

## 5 Содержание дисциплины, структурированного по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Экстракция	Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракционного разделения. Способы осуществления экстракции. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующихся соединений. Механизм экстракции. Аппаратура. Достоинства и недостатки экстракционного метода разделения веществ. Примеры использования экстракции для глубокой очистки веществ	66,1
2	Ионный обмен	Термодинамика ионообменного равновесия. Ионообменный метод очистки веществ. Механическая и химическая устойчивость ионитов. Иониты и ионообменные смолы. Синтез ионообменных смол. Подготовка ионообменников к работе. Применение ионообменного метода в технологии получения особо чистых веществ. Определение физико-химических характеристик ионообменников. Ионообменная хроматография. Аппаратура. Диализ.	112

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПР, час	ЛР, час	СРО, час
1.	Экстракция	12	8	10	36,1
2.	Ионный обмен	24	10	8	70

### 5.3.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Экстракция	Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракционного разделения. Способы осуществления экстракции. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующихся соединений. Механизм экстракции. Аппаратура. Достоинства и недостатки экстракционного метода разделения веществ. Примеры использования экстракции для глубокой очистки веществ	4 2 2 2 2
2	Ионный обмен	Термодинамика ионообменного равновесия. Ионообменный метод очистки веществ.	4 4

		Механическая и химическая устойчивость ионитов.	4
		Иониты и ионообменные смолы	4
		Применение ионообменного метода в технологии получения особо чистых веществ.	4
		Диализ.	4

### 5.3.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость, час
1	Экстракция	Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракционного разделения	4
		Способы осуществления экстракции. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующихся соединений. Механизм экстракции. Достоинства и недостатки экстракционного метода разделения веществ.	4
2	Ионный обмен	Термодинамика ионообменного равновесия.	4
		Ионообменный метод очистки веществ. Механическая и химическая устойчивость ионитов. Иониты и ионообменные смолы	4
		Применение ионообменного метода в технологии получения особо чистых веществ. Диализ.	2
		ИТОГО:	18

### 5.3.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость, час
1	Экстракция	Концентрирование микроколичеств алюминия и железа из природных вод экстракцией 8 – оксихинолином с последующим фотометрическим определением	4
		Экстракционно – фотометрическое определение меди из природных вод диэтилдитиокарбаматом свинца	2
		Методика комбинированного экстракционного рентгено - флуоресцентного определения содержания РЗЭ и скандия в технологических растворах	4
2	Ионный обмен	Определение динамической обменной ёмкости (ДОЕпр) и полной динамической обменной емкости	4

		(ПДОЕ) ионита КУ-2-8 по извлечению ионов меди	
		Определение ионов железа (III) и меди (II) в их смеси на катионообменнике КУ-2	4
		ИТОГО:	18

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Экстракция	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	14,1
		Подготовка к защите лабораторных работ	5
		Оформление отчетов по лабораторным работам	5
		Тест (лекции, учебник)	4
		Подготовка к решению задачи	4
		Подготовка к решению кейс-задачи	4
2	Ионный обмен	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	20
		Подготовка к защите лабораторных работ	4
		Оформление отчетов по лабораторным работам	4
		Тест (лекции, учебник)	10
		Подготовка к решению задачи	16
		Подготовка к решению кейс-задачи	16
		ИТОГО:	106,1

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Ганеев А.А. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник / Ганеев А.А., Зенкевич И.Г., Карцова Л.А. Москвин Л.Н. Родинков О.В. - Санкт-Петербург, Издательство: Лань, 2019. – 332 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/113899>

2. Акулова Ю.П. Физическая химия Теория и задачи : [Электронный ресурс] : учебное пособие / Акулова Ю.П., Изотова С.Г., Проскурина О.В., Черепкова И.А. Издательство: Лань, 2018. – 464 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/110903>

3. Петров Б.И. Современное состояние экстракционного метода [Электронный ресурс] : учебное пособие / Петров Б.И. Леснов А.Е. - Санкт-Петербург, Издательство: Лань, 2018. – 356 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103065>

4. Нифталиев, С. И. Очистка неорганических веществ. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Нифталиев, С. Е. Плотникова; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. - 52 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1145>

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Химия. Большой энциклопедический словарь
2. «Журнал прикладной химии»
3. «Журнал физической химии»
4. Журнал «Экология и промышленность России»;
5. Химическая технология неорганических веществ [Текст] : учеб. пособие для вузов: в 2 кн. / Т. Г. Ахметов, Р. Т. Порфирьева, Л. Г. Гайсин и др. – М. : Высш. шк., – 2002. – Кн. 1. – 688 с.
6. Физико-химические методы исследования в технологии неорганических веществ [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам / С. И. Нифталиев [и др.]; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж, 2013. - 16 с. Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/976>
7. Основы аналитической химии [Текст] / под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2004. – 412 с.
8. Кулешов, Валерий Константинович. Поверка и калибровка средств измерений ионизирующего излучения : учебное пособие / В. К. Кулешов, Ю. И. Сертаков; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 184 с.: ил. — Библиогр.: с. 163-168.

## 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Нифталиев С.И. Теория и практика очистки неорганических веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Нифталиев С.И., Плотникова С.Е., Астапов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2014. — 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47457>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Нифталиев, С. И. Основы экстракции и ионного обмена и методы получения чистых веществ [Электронный ресурс] : для студентов, обучающихся по специальности 18.05.02 – «Химическая технология материалов современной энергетики», специализация № 3 "Технология теплоносителей и радиоэкология ядерных энергетических установок" / С. И. Нифталиев, С. Е. Плотникова, Ю. С. Перегудов; ВГУИТ, Кафедра неорганической химии и химической технологии. - Воронеж, 2019. - 36 с. - Электрон. ресурс. <http://biblos.vsuet.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5050>

## 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения модуля

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>



## **6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Данылив, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 32 с.

Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

## **6.6 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Используемые виды информационных технологий:

- «электронная»: персональный компьютер и информационно-поисковые (справочно-правовые) системы;

- «компьютерная» технология: персональный компьютер с программными продуктами разного назначения (ОС Windows; MSOffice; КОМПАС-График; Labview – виртуальная среда для снятия характеристик гидравлических машин; Daemon Tools – оболочка для выполнения виртуальных лабораторных работ; СПС «Консультант плюс»);

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории, оборудованные видеопроjectionным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет.

Описание необходимых средств и приемов обучения:

1. Лекционная аудитория, оборудованные видеопроjectionным оборудованием для презентаций и экраном (№ 37),

2. Химические лаборатории кафедры Неорганической химии и химической техно-логии (№ 016, 022, 025, 027, 029), с необходимым оборудованием: рН-метр РНер-4, электролизер, гальванометр, микроскоп Levenhuk, источник питания постоянного тока Б5.30/3, электроды, дифференциальный теплопроводящий микрокалориметр МИД - 200, аналитические весы ВЛР – 200, технические весы NKS – 1008, наборы химической посуды и реактивов для выполнения лабораторного практикума, наборы для демонстрационных опытов: гальванический элемент, химическое равновесие, электролиты и др.

3. Таблицы: Периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Электроотрицательность элементов. Таблица растворимости кислот, оснований, солей. Стандартные электродные потенциалы металлов. Плакаты по свойствам атомов химических элементов.

### **1. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

1.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по модулю определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ 2.4.17 «Положение об оценочных средствах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 18.05.02 – Химическая технология материалов современной энергетики.

**АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«Основы экстракции и ионного обмена»**  
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенции:

- способностью к безопасному проведению, контролю, разработке и усовершенствованию технологических процессов подготовки и регенерации теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа, обеспечивающими надежную и долговременную защиту окружающей среды (ПСК-3.1);
- способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

***знать***

- физико-химические основы процессов экстракции и ионного обмена;
- методы контроля чистоты веществ - теплоносителей ядерных энергетических установок различного типа
- основные характеристики сырья и материалов, участвующих в технологическом процессе;

***уметь***

- выполнять основные химические операции;
- прогнозировать влияние различных факторов
- измерять характеристики основных параметров технологического процесса и оценивать их соответствие нормативам;
- быть способным обоснованно выбирать приборы и оборудование для измерения основных параметров технологического процесса;

***владеть***

- навыками принятия решения по безопасному управлению технологическим процессом с целью обеспечения качества продукции
- способами решения отдельных операций конкретных процессов очистки и получения чистых веществ;

**Содержание разделов дисциплины.**

Экстракция. Основные законы и количественные характеристики экстракционного разделения. Способы осуществления экстракции. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующихся соединений. Механизм экстракции. Аппаратура. Достоинства и недостатки экстракционного метода разделения веществ. Примеры использования экстракции для глубокой очистки веществ

Термодинамика ионообменного равновесия. Ионообменный метод очистки веществ. Механическая и химическая устойчивость ионитов. Иониты и ионообменные смолы. Синтез ионообменных смол. Подготовка ионообменников к работе. Применение ионообменного метода в технологии получения особо чистых веществ. Определение физико-химических характеристик ионообменников. Ионообменная хроматография. Аппаратура. Диализ.