


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А.
ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан физико-математического
факультета
 Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы масс-спектрометрии

Уровень основной профессиональной образовательной программы
академическая магистратура

Направление подготовки 16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль) подготовки Инновационные технологии в
науке и на производстве

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 2 года

Факультет физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы масс-спектрометрии» является формирование у студентов знаний физических основ работы масс-спектрометров, приборов предназначенных для изучения химического состава и структуры вещества.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВУЗА.

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.2 «Основы масс-спектрометрии» относится к вариативной части Блока 1 (дисциплины по выбору)

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

– *Философские проблемы технической физики.*

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- *Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация).*

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) (общепрофессиональных- ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-5	способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Возможности МС технологий. Текущую литературу по исследуемой проблеме Основы самоорганизации и самообразования	Пользоваться поисковыми программами интернет. Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС Анализировать тенденции развития МС	Приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования Навыками программирования мс-спектра навыками работы с МС данными Навыками оценки разрешающей способности
2.	ПК-16	готовностью применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений	Основы физики работы масспектрометров. Современные методы разделения ионов. Основные типы МС оборудования.	Оценивать параметры приборов. Применять знания для расчета ионно-оптических систем. Выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и	Основами ионной оптики

				развивать модель в соответствии с задачами исследования.	
--	--	--	--	--	--

2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Основы масс-спектрометрии					
Цель дисциплины	Целями освоения учебной дисциплины «Основы масс-спектрометрии» является формирование у студентов знаний физических основ работы масс-спектрометров, приборов предназначенных для изучения химического состава и структуры вещества.				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-5	способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные	Знать возможности МС технологий. Текущую литературу по исследуемой проблеме Основы самоорганизации самообразования. Уметь пользоваться поисковыми программами интернет. Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС Анализировать тенденции	Путем проведения лекционных занятий, практических занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита тематических обзоров, защита практических заданий, зачет.	Пороговый Способен получать новые знания по МС Повышенный Способен самостоятельно совершенствовать свой интеллектуальный уровень при решении задач химического анализа

	способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	развития МС Владеть приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования навыками программирования мс-спектра навыками работы с МС данными навыками оценки разрешающей способности			
ПК-16	готовностью применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений	Знать основы физики работы массспектрометров. Современные методы разделения ионов. Основные типы МС оборудования. Уметь Оценивать параметры приборов. Применять знания для расчета ионно-оптических систем. Выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования Владеть Основами ионной оптики	Путем проведения лекционных занятий, практических занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельной работы.	Защита тематических обзоров, защита практических заданий, зачет.	Пороговый Способен на основе имеющихся образцов выделять физическую суть исследовательской проблемы, выбирать модель и использовать ее для решения задач исследования Повышенный Способен самостоятельно выявлять физическую сущность научной проблемы, подбирать, дополнять, адаптировать и развивать образец в соответствии с требованиями исследования, проводить количественный и качественный анализ химического образца

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ
ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		№ 3	
		часов	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36	36	
В том числе:			
Лекции (Л)	18	18	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)	18	18	
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа студента (всего)	72	72	
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>			
Курсовая работа	КП	нет	нет
	КР	нет	нет
<i>Другие виды СРС:</i>			
Работа с литературой по теме ИДЗ	12	12	
Изучение и конспектирование литературы	12	12	
Подготовка к зачету	12	12	
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),		+
	экзамен (Э)		
ИТОГО: Общая трудоемкость	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
3	1	Введение	История создания МС. Назначение. Характеристики масс-спектрометров. Разрешающая способность, диапазон масс, изотопическая чувствительность, динамический диапазон. Типы МС: магнитный секторный, квадрупольный, время-пролетный, ионно-циклотронного резонанса с Фурье преобразованием, линейная ловушка, электростатическая ловушка с Фурье преобразованием.
	2	Принцип работы квадрупольного фильтра масс	Структура электродов с квадратичным распределением потенциала. Уравнения движения ионов. Уравнение Матье. Диаграмма стабильности КФМ. Линия сканирования. Разрешающая способность. Первая зона стабильности, вторая и третья.
	3	Акцептанс квадрупольного фильтра масс	Эллипсы захвата. Параметры А, В и Г. Контуры захвата на фазовой плоскости. Коэффициент пропускания.
	4	Квадрупольный масс-спектрометр	Источник ионов. Анализатор. ВЧ генератор. Детектор ионов: ВЭУ-6 и ВЭУ-7. Система регистрации ионов. Программное обеспечение. Основные параметры КМС.
	5	Линейная квадрупольная ловушка	Дипольное и квадрупольное резонансное возбуждение колебаний ионов. Спектр резонансных частот. Принцип работы ловушки. Характеристики линейной ловушки.
	6	Применение МС	аналитическая химия, биохимия, клиническая химия, общая химия и органическая химия, фармацевтика, косметика, парфюмерия, пищевая промышленность, химический синтез, нефтехимия и нефтепереработка, контроль окружающей среды, производство полимеров и пластиков, медицина и токсикология, криминалистика, допинговый контроль, контроль наркотических средств, контроль алкогольных напитков, геохимия, геология, гидрология, петрография, минералогия, геохронология, археология, ядерная промышленность и энергетика, полупроводниковая промышленность, металлургия.

2.2. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1	Введение	2		2	12	16	1-2 недели собеседование ИДЗ
	2	Принцип работы квадрупольного фильтра масс	4		4	12	20	3-6 недели собеседование ИДЗ
	3	Акцептанс квадрупольного фильтра масс	2		2	12	16	7-8 недели собеседование ИДЗ
	4	Квадрупольный масс-спектрометр	4		4	12	20	9-12 недели собеседование ИДЗ
	5	Линейная квадрупольная ловушка	4		4	12	20	13-16 недели собеседование ИДЗ
	6	Применение МС	2		2	12	16	17-19 недели собеседование ИДЗ
		Разделы дисциплины 1-6	-	-				Зачет
		ИТОГО за семестр		18		18	72	108

2.4. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен учебным планом.

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
3	1.	Введение	Изучение и конспектирование основной литературы	2
			Изучение и конспектирование дополнительной литературы	2
			Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			Подготовка ИДЗ	2
			Подготовка к собеседованию	2
			Подготовка к зачету	2
	2.	Принцип работы квадрупольного фильтра масс	Изучение и конспектирование основной литературы	2
			Изучение и конспектирование дополнительной литературы	2
			Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			Подготовка ИДЗ	2
			Подготовка к собеседованию	2
			Подготовка к зачету	2
	3.	Акцептанс квадрупольного фильтра масс	Изучение и конспектирование основной литературы	2
			Изучение и конспектирование дополнительной литературы	2
			Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			Подготовка ИДЗ	2
			Подготовка к собеседованию	2
			Подготовка к зачету	2
	4.	Квадрупольный масс-спектрометр	Изучение и конспектирование основной литературы	2
			Изучение и конспектирование дополнительной литературы	2
			Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			Подготовка ИДЗ	2
			Подготовка к собеседованию	2
			Подготовка к зачету	2
	5.	Линейная квадрупольная ловушка	Изучение и конспектирование основной литературы	2
			Изучение и конспектирование дополнительной литературы	2
			Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			Подготовка ИДЗ	2
	6	Применение МС	Подготовка к собеседованию	2
			Подготовка к зачету	2
ИТОГО в семестре:				72

3.2. График работы студента

Семестр № 7

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Собеседование	Соб			+		+		+		+		+		+		+		+		+		+
ИДЗ	ИДЗ			+				+		+				+				+			+	

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

Некоторые общие рекомендации по изучению литературы.

- 1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранной специальности.
- 2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.
- 3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.
- 4) В идеале должен получиться полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.
- 5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.
- 6) При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.
- 7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники, автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

3.3.1. Индивидуальные домашние задания

Индивидуальные домашние задания направлены на формирование у обучающихся умений и навыков по применению терминов к решению профессиональных задач

Примерная тематика заданий

По масс-спектру Br_2 определить природный состав изотопов Br^{79} и Br^{81} на основе экспериментального спектра.
По масс-спектру циркония определить природный состав изотопов циркония на основе экспериментального спектра, а также среднее значение атомной массы в а.е.м.

<p>В таблице представлен масс-спектр изотопов ртути Hg, полученный экспериментально. По данным таблицы определить изотопный состав ртути и среднее значение массового числа. Сравнить результат с табличным значением.</p>
<p>Хлор имеет два изотопа ^{35}Cl и ^{37}Cl. На 3 атома ^{35}Cl приходится 1 атом ^{37}Cl. Постройте спектр молекулы Cl_2.</p>
<p>Какова средняя атомная масса гелия в а.е.м. и кг. Какую разрешающую способность должен иметь масс-спектрометр, чтобы разделить ^4He и ^2D?</p>
<p>Построить масс-спектр природной воды. Какую необходимо иметь разрешающую способность, чтобы разделить два молекулярных иона $\text{D}_2^{16}\text{O}^+$ и $^1\text{HD}^{17}\text{O}$. Использовать таблицу масс изотопов..</p>
<p>Сколько атомов ^{12}C в одном грамме природного углерода. Построить масс спектр окиси углерода CO.</p>
<p>Из данных приведенного спектра масс рассчитать изотопный состав атомов брома.</p>
<p>Рассчитать по данным спектра с помощью таблицы изотопов номинальную, моноизотопическую и среднюю массы ионов кофеина.</p>
<p>Рассчитать изотопный состав вольфрама по данным спектра. Сравнить с табличными данными.</p>
<p>Рассчитать изотопный состав селена по данным спектра. Сравнить с табличными данными.</p>
<p>На рисунке представлен масс-спектр изотопов олова Sn. Рассчитать изотопный состав олова по данным спектра. Сравнить с табличными данными.</p>
<p>Рассчитать номинальную массу, разрешающую способность, определенную по 10% и 50% уровням высоты пика на основе масс-спектра глюкогона</p>

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

(см. Фонд оценочных средств)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине

Рейтинговая система не используется.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Электронный ресурс]/ А.Т. Лебедев ; пер. англ. под ред. А.Т. Лебедев. - Москва : Техносфера, 2013. - 632 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273789 (26.06.2020).	1 - 6	3	ЭБС	-
2	Каныгина, О.Н. Физические методы исследования веществ [Электронный ресурс] / О.Н. Каныгина, А.Г. Четверикова, В.Л. Бердинский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Кафедра общей физики. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 141 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=330539 (26.06.2020).	1 - 6	3	ЭБС	-

5.2. Дополнительная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Бёккер, Ю. Спектроскопия [Электронный ресурс] / Ю. Бёккер ; пер. Л.Н. Казанцева. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2009. - 528 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994 (26.06.2020).	1 - 6	3	ЭБС	-
2	Бакулев, В.А. Основы научного исследования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Бакулев, Н.П. Бельская, В.С. Берсенева ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. О.С. Ельцов. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 63 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275723	1 - 6	3	ЭБС	-

	(26.06.2020).				
3	Лебедев, А.Т. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Т. Лебедев, К.А. Артеменко, Т.Ю. Самгина. - Москва : Техносфера, 2012. - 180 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233467 (26.06.2020).	1 - 6	3	ЭБС	-
4	Фарус, О.А. Физические и физико-химические методы анализа: лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.А. Фарус, Г.И. Якушева. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 78 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375309 (26.06.2020).	1 - 6	3	ЭБС	-

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red (дата обращения: 08.07.2020).
2. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 08.07.2020).
3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.07.2020)
4. ВООК.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://www.book.ru> (дата обращения: 20.06.2020).
5. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. - Рязань, [Б.г.]. - Доступ, после регистрации из сети РЕУ имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. - Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 25.07.2020).
6. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 08.07.2020).
7. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 08.07.2020).
8. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт / Рос. гос. б-ка. - Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 -. Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. - Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> (дата обращения: 08.07.2020).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
3. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] : Международный научно-образовательный сайт. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
4. Prezentacya.ru [Электронный ресурс] : образовательный портал. - Режим доступа: <http://prezentacya.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
5. Библиотека методических материалов для учителя [Электронный ресурс] : образовательный портал // Инфоурок. - Режим доступа: <https://infourok.ru/biblioteka> свободный (дата обращения: 15.07.2020).
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
7. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] : система федеральных образовательных порталов. - Режим доступа: <http://wwwv.ict.edu.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
8. Инфоурок [Электронный ресурс] : образовательный портал. - Режим доступа: <https://infourok.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
9. Качество и образование [Электронный ресурс] : сайт. - Режим доступа: <http://www.tqm.spb.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
10. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс] : [образовательный портал]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
11. Российская педагогическая энциклопедия [Электронный ресурс] : электронная энцикл. // Гумер — гуманитарные науки. - Режим доступа: <https://www.gumer.info/biblTotekBuks/Pedagog/russpenc/index.php>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).
12. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
13. Физика, химия, математика студентам и школьникам [Электронный ресурс] : образовательный проект А. Н. Варгина. - Режим доступа: <http://www.ph4s.ш>, свободный (дата обращения: 15.07.2020).
14. Цифровая техника в радиосвязи [Электронный ресурс] : сайт. - Режим доступа: <http://digteh.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2020).

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран. Компьютерный класс, оборудованный компьютерами

6.3. Требования к специализированному оборудованию:
Не предусмотрено.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (*Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО*)

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические и семинарские занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Практические и семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, развития умений и навыков решения задач, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, решения стандартных и нестандартных задач различной степени сложности, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов, либо студентам предлагается ознакомиться с нормативными документами. Обсуждение сообщения или изученных материалов совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

Практическое занятие предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике и разбор типовых и усложненных задач по тому или иному разделу. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, разбираются типовые задачи по изучаемой теме. Студенты разбирают основные подходы к решению этих задач на основе материалов лекций и учебников. Затем полученные результаты проверяются с помощью какой-либо статистической программы. Завершающий этап предполагает знакомство со сложными или нестандартными задачами изучаемой темы, требующими дополнительных знаний или нестандартного подхода. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки студентам.

При подготовке к семинару или практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов
2. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
3. Представление результатов практических заданий (рефератов, проектов) с использованием слайд-презентаций, графических объектов, видео- аудио- материалов.
4. ИТ обработка данных при выполнении проекта

10. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

Стандартный набор ПО (в компьютерных классах):

Название ПО	№ лицензии
Операционная система WindowsPro	Договор №65/2019 от 02.10.2019
Антивирус Kaspersky Endpoint Security	Договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020г.
Офисное приложение Libre Office	Свободно распространяемое ПО
Архиватор 7-zip	Свободно распространяемое ПО
Браузер изображений Fast Stone ImageViewer	Свободно распространяемое ПО
PDF ридер Foxit Reader	Свободно распространяемое ПО
Медиа проигрыватель VLC mediaplayer	Свободно распространяемое ПО

Запись дисков Image Burn	Свободно распространяемое ПО
DJVU браузер DjVuBrowser Plug-in	Свободно распространяемое ПО

11. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

11.1 Индивидуальные домашние задания

№1. Ион N_2^+ влетает в плоский конденсатор с энергией 500 эВ параллельно пластинам. Длина конденсатора $L=20$ см и расстояние между пластинами $d=1$ см. На какой угол α повернется вектор скорости иона в момент вылета из конденсатора.

№2. Определить радиус R траектории ионов CO^+ в магнитном однородном поле с индукцией 0.2 Тл. Ускоряющая разность потенциалов $U=500$ В.

№3. Ускоряющее пространство во времяпролетном МС $s=4$ мм, напряженность электрического поля $E=250$ В/мм, расстояние пролетного пространства $d=1$ м. Найти времена t_1 и t_2 пролета ионами CO^+ и COH^+ до детектора.

№4. Определить ионную циклотронную частоту ω_c колебаний ионов $^3He^+$ $^{136}Xe^+$ в магнитном однородном поле с индукцией $B = 3$ Тл.

№5. Чему равны потенциалы ионизации атомов H, O, N, K?

№6. Какова полоса Δm пропускания квадрупольного фильтра масс, если разрешающая способность $R=200$?

№7. В линейной ионной ловушке с радиусом поля $r_0 = 0.5$ см резонансно возбуждается ион с $m/z = 609$ Th. Частота $f=1$ МГц и амплитуда ВЧ поля $V=609$ В. Найти резонансную частоту дипольного возбуждения колебаний ионов.

№8. Квадрупольный фильтр масс пропускает ионы $^{136}Xe^+$. Найти частоту ВЧ генератора, если радиус поля $r_0 = 0.5$ см и амплитуда $V=136$ В.

№9. Сколько периодов ВЧ поля совершает ион массой $M=350$ Th, если его осевая кинетическая энергия составляет 3 эВ. Длина электродов КФМ $L=20$ см и частота генератора 1 МГц.

10. Определить частоты ω_0, ω_1 и ω_{-1} первых временных гармоник колебаний ионов в квадрупольном ВЧ поле с частотой $f = 2$ МГц.

11. Найти амплитуду V ВЧ генератора частотой $f = 2$ МГц на диапазон масс 1-1000 Th, если диаметр электродов $d=3.5$ мм.

12. Чему равна глубина потенциальной ямы линейной ловушки для иона массой $M=609$ Th при параметрах ловушки $r_0 = 0.5$ см и частоте $f = 1$ МГц.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Введение	ПК-5 ПК-16	зачет
2.	Принцип работы квадрупольного		
3.	Акseptанс квадрупольного		
4.	Квадрупольный масс-спектрометр		
5.	Линейная квадрупольная ловушка		
6.	Применение МС		

ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ПК-5	способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Знать	
		возможности МС технологий.	ПК5 31
		текущую литературу по исследуемой проблеме	ПК5 32
		основы самоорганизации и самообразования	ПК5 33
		уметь	
		пользоваться поисковыми программами интернет	ПК5 У1
		Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС	ПК5 У2
		анализировать тенденции развития МС	ПК5 У3
		владеть	
		навыками работы с МС данными	ПК5 В1
		приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования	ПК5 В2
		навыками программирования МС спектра	ПК5 В3
навыками оценки разрешающей способности	ПК5 В4		

ПК-16	готовностью применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений	знать	
		Основы физики работы масспектрометров.	ПК16 31
		Современные методы разделения монов	ПК16 32
		Основные типы МС оборудования.	ПК16 33
		уметь	
		Оценивать параметры приборов.	ПК16 У1
		Применять знания для расчета ионно-оптических систем.	ПК16 У2
		Выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	ПК16 У3
		владеть	
Основами ионной оптики	ПК16 В1		

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (зачет)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Оптическая схема магнитного МС с двойной фокусировкой	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
2	Электроды квадрупольного анализатора	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
3	Уравнения движения ионов в квадрупольном поле	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
4	Зоны стабильности уравнения Матьё	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
5	Линия сканирования и настройка на требуемую полосу пропускания	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
6	Разрешающая способность КФМ	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
7	Схема квадрупольного МС	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
8	Детектор ВЭУ-6 м схема его включения	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
9	Схема включения ВЭУ-7	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1

10	ВЧ генератор и схема подключения к электродам	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
11	Амплитудная развертка по массам	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
12	Разрешающая способность	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
13	Диапазон масс КФМ	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
14	Эллипсы захвата	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
15	Краевые поля	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
16	Дипольное возбуждение колебаний ионов	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
17	Квадрупольное возбуждение колебаний ионов	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
18	Линейная ионная ловушка , принцип работы	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
19	Характеристики линейной ионной ловушки	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
20	Области применения КМС	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
21	Принцип работы электростатической ионной ловушки	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
22	Принцип работы времяпролетного МС	ПК-5: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ПК-16: 31,32,33, У1, У2, У3, В1
23	В линейной ионной ловушке с радиусом поля $r_0 = 0.5$ см резонансно возбуждается ион с $m/z = 609$ Th. Частота $f=1$ MHz и амплитуда ВЧ поля $V=609$ В. Найти резонансную частоту дипольного возбуждения колебаний ионов.	ПК-5:, В1, В2, В3. ПК-16У1, У2, У3, В1
24	Квадрупольный фильтр масс пропускает ионы $^{136}\text{Xe}^+$. Найти частоту ВЧ генератора, если радиус поля $r_0 = 0.5$ см и амплитуда $V=136$ В.	ПК-5:, В1, В2, В3. ПК-16У1, У2, У3, В1
25	Сколько периодов ВЧ поля совершает ион массой $M=350$ Th, если его осевая кинетическая энергия составляет 3 эВ. Длина электродов КФМ $L=20$ см и частота генератора 1 МГц.	ПК-5:, В1, В2, В3. ПК-16У1, У2, У3, В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
(Шкалы оценивания)

«зачтено» – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«зачтено» - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«зачтено» - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«не зачтено» - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Утверждаю:

Декан физико-математического
факультета



Н.Б. Федорова

«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Основы масс-спектрометрии

Направление подготовки
16.04.01 Техническая физика

Направленность (профиль)
Инновационные технологии в науке и на производстве

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Рязань, 2020

1 Цель освоения дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины «Основы масс-спектрометрии» является формирование у студентов знаний физических основ работы масс-спектрометров, приборов предназначенных для изучения химического состава и структуры вещества.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.2 «Основы масс-спектрометрии» относится к вариативной части Блока 1 (дисциплины по выбору)
Дисциплина изучается на 2 курсе (3 семестр).

3 Трудоемкость дисциплины:

3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Номер/ индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-5	способностью критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Возможности МС технологий. Текущую литературу по исследуемой проблеме Основы самоорганизации и самообразования	Пользоваться поисковыми программами интернет. Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС Анализировать тенденции развития МС	Приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования Навыками программирования мс-спектра навыками работы с МС данными Навыками оценки разрешающей способности
2.	ПК-16	готовностью	Основы физики	Оценивать	Основами

		применять методы анализа вариантов проектных, конструкторских и технологических решений, разработки и поиска компромиссных решений	работы масспектрометров. Современные методы разделения ионов. Основные типы МС оборудования.	параметры приборов. Применять знания для расчета ионно-оптических систем. Выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования.	ионной оптики
--	--	--	--	---	---------------

5 Форма промежуточной аттестации и семестр (ы) прохождения
Зачет (3 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.