

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
«30» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КВАДРУПОЛЬНАЯ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ И ИННОВАЦИИ

Уровень основной профессиональной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки Управление инновационной деятельностью

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 4 года

Факультет физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2018

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Квадрупольная масс-спектрометрия и инновации» 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 Б.1.В.ДВ.11.1 **Квадрупольная масс-спектрометрия и инновации** 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:

«Физика»

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

- Выпускная квалификационная работа.

2.3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	Возможности МС технологий. Текущую литературу по исследуемой проблеме Основы самоорганизации 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.	ОПК-7	Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и инновационные технологии в инновационной деятельности	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	Основами ионной оптики

				модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования.	
3.	ПК-6	Способность организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации работ по проекту и нормированию труда	Ведущие фирмы производителей МС оборудования. Основные характеристики приборов Стандарты и конструкторские документы	Подбирать оборудования для решения поставленных задач. Планировать время профессиональной деятельности	Приемами подбора типа МС для решения производственной задачи Методами и способами управления персоналом лаборатории

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ					
Цель дисциплины	Целями освоения учебной дисциплины «Квадрупольная масс-спектрометрия и инновации» являются формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВПО, в процессе изучения и применения принципов и методов математического моделирования объектов инновационной деятельности				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию	Знать возможности МС технологий. Текущую литературу по исследуемой проблеме Основы самоорганизации самообразования.	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, практические разработки/	Пороговый Способен получать новые знания по МС Повышенный Способен самостоятельно совершенствовать свой интеллектуальный уровень при решении задач химического анализа

		<p>Уметь пользоваться поисковыми программами интернет. Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС</p> <p>Анализировать тенденции развития МС</p> <p>Владеть приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования</p> <p>навыками программирования мс-спектра</p> <p>навыками работы с МС данными</p> <p>навыками оценки разрешающей способности</p>			
--	--	--	--	--	--

Общепрофессиональные компетенции:

КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-7	Способностью применять знания математики, физики и естествознания, хи-	Знать основы физики работы масс-спектрометров. Современные методы разделения	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, практические разработки	Пороговый Способен на основе имеющихся образцов выделять физическую суть исследовательской проблемы, выбирать модель и использовать ее для решения

	мии и материала- ловедения, тео- рии управления и инновацион- ные технологии в инновацион- ной деятельно- сти	ионов. Основные типы МС оборудования. Уметь Оценивать параметры прибо- ров. Применять знания для расчета ионно- оптических систем. Выделять физиче- скую сущность по- ставленной в науч- ной задаче пробле- мы, выбирать соот- ветствующие зада- че модели, изме- нять, дополнять, адаптировать и раз- вивать модель в со- ответствии с зада- чами исследования Владеть Основами ионной оптики			задач исследования Повышенный Способен самостоятельно вы- являть физическую сущность научной проблемы, подби- рать, дополнять, адаптиро- вать и развивать образец в соответствии с требованиями исследования, проводить ко- личественный и качествен- ный анализ химического об- разца
Профессиональные компетенции					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонен- тов	Технологии формирова- ния	Форма оценочного сред- ства	Уровни освоения компетен- ции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВ- КА				

<p>ПК-6</p>	<p>Способность организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации работ по проекту и нормированию труда</p>	<p>Знать ведущие фирмы производителей МС оборудования. Основные характеристики приборов Стандарты и конструкторские документы Уметь подбирать оборудования для решения поставленных задач. Планировать время профессиональной деятельности Владеть приемами подбора типа МС для решения производственной задачи Методами и способами управления персоналом лаборатории</p>	<p>Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, организации самостоятельных работ.</p>	<p>Защита лабораторных работ, практические разработки</p>	<p>Пороговый Способен решать задачи МС и излагать пути их решения на основе существующей литературы Повышенный Способен самостоятельно анализировать задачи МС, в том числе профессиональные, выбирать методы исследований и применять специальные программные средства для решения задач</p>
--------------------	--	---	---	---	---

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестр
			7 часов
1		2	3
Аудиторные занятия (всего)		54	54
В том числе:			
Лекции (Л)		18	18
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)		36	36
Самостоятельная работа студента (всего)		54	54
В том числе			
<i>СРС в семестре:</i>		54	54
Курсовая работа	КП		
	КР		
Другие виды СРС:			
Подготовка к лабораторным занятиям		16	16
Изучение и конспектирование литературы		24	24
Подготовка к зачету		14	14
<i>СРС в период сессии</i>			
Вид промежуточной аттестации	экзамен		
ИТОГО: Общая трудоемкость	Часов	108	108
	зач. ед.	3	3

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
		3	4
7	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 пропуска.
	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 пласти-

			ков, 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
7	1	Введение	2	4		7	13	собеседование
	2	Принцип работы квадрупольного фильтра масс	3	8		10	21	4 неделя ИДЗ
	3	Аксептанс квадрупольного фильтра масс	3	6		10	19	7 неделя ИДЗ
	4	Квадрупольный масс-спектрометр	4	6		10	20	11 неделя ИДЗ
	5	Линейная квадрупольная ловушка	3	6		10	19	15 неделя ИДЗ
	6	Применение МС	3	6		7	16	18 неделя собеседование
		Разделы дисциплины №-№	-	-				Зачет
	ИТОГО за семестр		18	36		54	108	

2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
8	1.2	Введение Принцип работы квадрупольного фильтра масс	1.Изучение принципа работы масс-спектрометра 2.Определение массы молекулы азота N ₂ с помощью КМС	12

3.	Акцептанс квадрупольного фильтра масс	3.Расшифровка масс спектра остаточных газов вакуумной камеры.	6
4	Квадрупольный масс-спектрометр	4.Исследование изотопного состава ртути Hg.	6
5.	Линейная квадрупольная ловушка	5.Определение разрешающей способности $R_{0.5}$ КМС в зависимости о массы иона.	6
6	Применение МС	6.Оценка парциальных давлений остаточных газов с помощью КМС.	6
Итого за семестр			36

2.4. Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрены

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4	5
7	1.	Введение	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
			2. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			3. Подготовка к лабораторным работам	2
			4. Подготовка к зачету	1
2.	Принцип работы квадрупольного фильтра масс		1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
			2. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
			3. Подготовка к лабораторным работам	3
			4. Подготовка к зачету	3

3.	Акцептанс квадрупольного фильтра масс	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
		2. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
		3. Подготовка к лабораторным работам	3
		4. Подготовка к зачету	3
4.	Квадрупольный масс-спектрометр	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
		2. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
		3. Подготовка к лабораторным работам	3
		4. Подготовка к зачету	3
5.	Линейная квадрупольная ловушка	5. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
		6. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
		7. Подготовка к лабораторным работам	3
		8. Подготовка к зачету	3
6	Применение МС	1. Изучение и конспектирование основной и дополнительной литературы, работа со справочными материалами (словарями, энциклопедиями)	2
		2. Работа с литературой по теме индивидуального домашнего задания	2
		3. Подготовка к лабораторным работам	2
		4. Подготовка к зачету	1
ИТОГО в семестре:			54

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
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, представленными 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.
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.
Хлор имеет два изотопа ^{35}Cl и ^{37}Cl . На 3 атома ^{35}Cl приходится 1 атом ^{37}Cl . Постройте спектр молекулы Cl_2 .
Какова средняя атомная масса гелия в а.е.м. и кг. Какую разрешающую способность должен иметь масс-спектрометр, чтобы разделить ^4He и ^2D ?
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.
Сколько атомов ^{12}C в одном грамме природного углерода. Построить масс спектр окиси углерода CO .
Из данных приведенного спектра масс рассчитать изотопный состав атомов брома.
Рассчитать по данным спектра с помощью таблицы изотопов номинальную, моноизотопиче-

скую и среднюю массы ионов кофеина.
Рассчитать изотопный состав вольфрама по данным спектра. Сравнить с табличными данными.
Рассчитать изотопный состав селена по данным спектра. Сравнить с табличными данными. На рисунке представлен масс-спектр изотопов олова Sn. Рассчитать изотопный состав олова по данным спектра. Сравнить с табличными данными.
Рассчитать номинальную массу, разрешающую способность, определенную по 10% и 50% уровням высоты пика на основе масс-спектра глюкогаона

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. – М. : Техносфера, 2013. – 632 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273789 (дата обращения: 21.08.2018).	1 - 7	7	ЭБС	
2	1. Dawson P. H. (Ed.). <i>Quadrupole Mass Spectrometry and its Applications</i> // American Institute of Physics, New York, 1995; originally published by Elsevier, Amsterdam, 1976.	1 - 7	7	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	<p>1. M. Yu. Sudakov, N.V. Konenkov, D.J. Douglas. Matrix Methods for the Calculation of Stability Diagrams in Quadrupole Mass Spectrometry. <i>J. Am. Soc. Mass Spectrom.</i> 13, 597- 613 (2002).</p> <p>2. N.V. Konenkov, L.M. Cousins, V.I. Baranov, M. Sudakov. Quadrupole Mass Filter Operation with Auxiliary Quadrupole Excitation: Theory and Experiment. <i>Int. J. Mass Spectrom.</i>, 208, 17-27 (2001)</p> <p>3. А.А. Сысоев. Физика и техника масс-спектрометрических приборов и электромагнитных установок. М.: Энергоатомиздат, 1983, 256с.</p> <p>4. А.Б. Мамырин, В.И. Каратаев, Д.В. Шмик, В.А. Загулин. Новый безмагнитный время-пролетный масс-спектрометр с высокой разрешающей способностью. <i>ЖЭТФ</i>, 1973, т.64, вып. 1, с. 82-89.</p> <p>5. А.Э. Рафальсон, А.М. Шершевский. Масс-спектрометрические приборы. М.: Атомиздат, 1968, 236с.</p> <p>6. Konenkov N.N., Kratenko V.I. Characteristics of a Quadrupole Mass Filter in the Separation Mode of a Few Stability Regions. A Review. <i>Int. J. Mass Spectrom. Ion Process.</i>, 1991, v. 108, N 2/3, p. 115-136.</p> <p>7. A.N. Konenkov, D.J. Douglas, N.V. Konenkov. Spatial Harmonics of Linear Multipoles with Round Electrodes, <i>Int. J. Mass Spectrom.</i>, 2009.</p> <p>8. J.C. Schwarz , M.W. Senko and J.E.P. Syka. A Two-Dimensional Quadrupole Ion Trap Mass Spectrometer. <i>J. Am. Soc. Mass Spectrom.</i>, 2002, 13, 659-669.</p> <p>9. J.H. Hager. A New Linear Ion Trap Mass Spectrometer. <i>Rapid Commun. Mass Spectrom.</i>, 2002, 16, 512-526.</p> <p>10. AG Marshall & PB Grosshans: Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry: The teenage years. <i>Anal.Chem.</i> 63: 215A-229A, 1991.</p> <p>11. IJ Amster: Fourier transform mass spectrometry. <i>J.Mass Spectrom.</i> 31: 1325-1337, 1996.</p> <p>12. AG Marshall, CL Hendrickson & GS Jackson: Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry: a primer. <i>Mass Spectrom. Rev.</i> 17: 1-35, 1998.</p> <p>13. M Scigelova & A Makarov: Orbitrap mass analyzer - overview and applications in proteomics. <i>Proteomics</i> 6: 16-21, 2006.</p> <p>14. Robert J. Cotter, "Time-of-Flight Mass Spectrometry: Instrumentation and Applications in Biological Research" Publisher: An American Chemical Society Publication; 1 edition 1997-03-01 333 Pages ISBN: 0841234744 PDF 13."</p>	1 - 7	7	5	

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

1. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
3. Научная библиотека РГУ имени С. А. Есенина [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://library.rsu.edu.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
4. 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: 21.08.2018).
5. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 20.04.2017).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Ассоциация Деминга метрологии [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://www.deming.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
2. Информационный портал по международной стандартизации. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://iso.gost.ru/wps/portal>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
3. Информационный портал по стандартизации. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://standard.gost.ru/wps/portal>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
4. РОССТАНДАРТ. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс] : официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.gost.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
5. AUP.Ru. Административно-управленческий портал [Электронный ресурс] : бизнес-портал. – Режим доступа: <http://www.aup.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
6. Executive.ru [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://www.executive.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
7. Polpred.com Обзор СМИ [Электронный ресурс] : сайт. – Доступ после регистрации из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: <http://polpred.com> (дата обращения: 21.08.2018).
8. Quality.eur.ru [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://quality.eur.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
10. Российское образование [Электронный ресурс] : федеральный портал. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).
11. Стандарты и качество [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа: <http://ria-stk.ru>, свободный (дата обращения: 21.08.2018).

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

9. Требования к программному обеспечению учебного процесса:

1. Операционная система WindowsPro (договор №Тг000043844 от 22.09.15г.);
2. АнтивирусKaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2018-0142 от 30/03/2018г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip(свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer(свободно распространяемое ПО);
6. PDFридерFoxitReader(свободно распространяемое ПО);
7. PDFпринтер doPdf(свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer(свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn(свободно распространяемое ПО);
10. DJVUбраузерDjVuBrowserPlug-in(свободно распространяемое ПО);

Приложение 1

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	ОК-7 ОПК-7 ПК-6	зачет
2.	Принцип работы квадрупольного		
3.	Акseptанс квадрупольного фильтра		
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
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	Знать	
		возможности МС технологий.	ОК7 31
		текущую литературу по исследуемой проблеме	ОК7 32
		основы самоорганизации и самообразования	ОК7 33
		уметь	
		пользоваться поисковыми программами интернет	ОК7 У1
		Пользоваться фактами социальной значимости научных открытий в области МС	ОК7 У2
		анализировать тенденции развития МС	ОК7 У3
		владеть	
		навыками работы с МС данными	ОК7 В1
		приемами самостоятельного осмысления физических моделей и их адаптации к задачам исследования	ОК7 В2
		навыками программирования МС спектра	ОК7 В3
навыками оценки разрешающей способности	ОК7 В4		
ОПК-7	Способностью применять знания математики, физики и естествознания, химии и материаловедения, теории управления и ин-	знать	
		Основы физики работы массспектрометров.	ОПК7 31
		Современные методы разделения монов	ОПК7 32
		Основные типы МС оборудования.	ОПК7 33
		уметь	
		Оценивать параметры приборов.	ОПК7 У1
		Применять знания для расчета ионно-оптических систем.	ОПК7 У2

	новационные технологии в инновационной деятельности	Выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	ОПК7 У3
		владеть	
		Основами ионной оптики	ОПК7 В1
ПК- 6	Способность организовать работу исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации работ по проекту и нормированию труда	знать	
		стандарты и конструкторские документы	ПК6 31
		ведущие фирмы производителей МС оборудования.	ПК6 32
		основные характеристики приборов	ПК6 33
		уметь	
		подбирать оборудования для решения поставленных задач	ПК6 У1
		Планировать время профессиональной деятельности	ПК6 У2
		владеть	
		приемами подбора типа МС для решения производственной задачи	ПК6 В1
		Методами и способами управления персоналом лаборатории	ПК6 В2

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (зачет)

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

		ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2. ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
8	Детектор ВЭУ-6 м схема его включения	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
9	Схема включения ВЭУ-7	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
10	ВЧ генератор и схема подключения к электродам	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
11	Амплитудная развертка по массам	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
12	Разрешающая способность	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
13	Диапазон масс КФМ	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
14	Эллипсы захвата	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
15	Краевые поля	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
16	Дипольное возбуждение колебаний ионов	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
17	Квадрупольное возбуждение колебаний ионов	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
18	Линейная ионная ловушка , принцип работы	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
19	Характеристики линейной ионной ловушки	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
20	Области применения КМС	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
21	Принцип работы электростатической ионной ловушки	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
22	Принцип работы времяпролетного МС	ОК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1, В2, В3, В4 ОПК-7: 31,32,33, У1, У2, У3, В1 ПК-6: 31,32,33, У1, У2, В1, В2.
23	В линейной ионной ловушке с радиусом поля	ОК-7: В1, В2, В3.

	$r_0 = 0.5$ 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.	ОПК-7У1, 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.	ОК-7.; В1, В2, В3. ОПК-7У1, 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.	ОК-7.; В1, В2, В3. ОПК-7У1, У2, У3, В1

ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ
(Шкалы оценивания)

Результаты выполнения обучающимся заданий на зачете оцениваются по шкале «зачтено» - «не зачтено».

В основе оценивания лежат критерии порогового и повышенного уровня характеристик компетенций или их составляющих частей, формируемых на учебных занятиях по дисциплине «Квадрупольная масс-спектрометрия и инновации» (Таблица 2.5 рабочей программы дисциплины).

«Зачтено» – оценка соответствует повышенному и пороговому 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.

«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.