

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ  
КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 03/3-21

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	2	72	16	24	0		32	0	3
Итого	2	72	16	24	0	0	32	0	

## АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины является получение студентами навыков и знаний по применению современным методов масс-спектрометрии для решения задач биологии и медицины.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является получение студентами навыков и знаний по применению современным методов масс-спектрометрии для решения задач биологии и медицины.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является важным научно исследовательским и инженерно – внедренческим курсом инженера-физика, позволяющая ориентироваться в разнообразном предложении коммерческих приборов и иметь навыки работы на них. В качестве базовых знаний для усвоения дисциплины необходимы знания стандартного цикла курсов общей физики и высшей математики, умение пользоваться персональным компьютером.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в соответствии с утвержденными	Природные и социальные явления и процессы	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели	З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной

<p>планами и методиками исследований, построение физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений в рамках предметной области по профилю специализации</p>		<p>для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. ; У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива; В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.</p>
<p>Участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>Природные и социальные явления и процессы</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в избранной предметной области ; У-ПК-3[1] - Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать</p>

		Профессиональный стандарт: 40.011	полученные экспериментальные результаты; В-ПК-3[1] - Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области
	инновационный;		
Проведение фундаментальных и прикладных математических и физических исследований, направленных на решение инженерных, технических и информационных задач	Природные и социальные явления и процессы	ПК-5 [1] - Способен применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-5[1] - Знать физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования, принципы экспертизы продукции для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий ; У-ПК-5[1] - Уметь применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий; В-ПК-5[1] - Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования, математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	8/12/0		25	УО-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Раздел 2	9-16	8/12/0		25	УО-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/24/0		50		

	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
--	---	--	--	--	----	---	--

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
УО	Устный опрос
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

<b>Недели</b>	<b>Темы занятий / Содержание</b>	<b>Лек., час.</b>	<b>Пр./сем., час.</b>	<b>Лаб., час.</b>
	<i>3 Семестр</i>	16	24	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1</b>	8	12	0
1	<b>Тема 1</b> Введение. Применение масс-спектрометрических методов в медицине и клинической токсикологии. Основные задачи и решения.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Тема 2</b> Тандемная масс-спектрометрия низкого разрешения: молекулярный количественный анализ.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Тема 3</b> Тандемная масс-спектрометрия низкого разрешения: особенности гибридных приборов на основе квадрупольных масс-анализаторов, линейных ионных ловушек и ловушек Пауля. Гибридные приборы «в пространстве» и «во времени».	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Тема 4</b>	Всего аудиторных часов		

	Тандемная масс-спектрометрия высокого разрешения: молекулярный скрининг сложных многокомпонентных смесей, распознавание заранее неизвестных соединений.	1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Тема 5</b> Тандемная масс-спектрометрия высокого разрешения: особенности гибридных приборов на основе квадрупольных масс-анализаторов, времяпролетных масс-анализаторов, орбитальных ионных ловушек, масс-анализаторов ионно-циклотронного резонанса.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Тема 6</b> Матрично-активированная лазерная десорбция-ионизация и электрораспыление ионов при атмосферном давлении.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Тема 7</b> Масс-спектрометрические приложения в области наук о жизни: метаболомика, протеомика, геномика и транскриптомика.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 8</b> Многомерный статистический анализ масс-спектрометрических данных в области наук о жизни.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Раздел 2</b>	8	12	0
9	<b>Тема 9</b> Понятие клинического и исследовательского анализа. Многокомпонентное детектирование клинических биомаркеров. Основные биомаркеры и масс-спектрометрические методы их детектирования.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Тема 10</b> Протеомика и нейрехимия. Молекулярная сложность пре- и постсинаптических областей. Протеомика при описании компонентов синапса.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Тема 11</b> Масс-спектрометрическая пространственная визуализация биологических тканей. Методы ионизации.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Тема 12</b> Методы масс-спектрометрического интраоперационного профилирования. Допустимые методы ионизации молекул ткани и методы обработки данных.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Тема 13</b> Элементарная визуализации с применением масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с лазерно-абляционным дозатором (LA-ICP-MS) в биологических и медицинских исследованиях.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 16	<b>Тема 14</b> Дифференциация заболеваний легких на основе масс-спектрометрического анализа выдыхаемого воздуха.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-1	З-ПК-1	З, УО-8, УО-16
	В-ПК-1	З, УО-8, УО-16
	У-ПК-1	З, УО-8, УО-16
ПК-3	З-ПК-3	З, УО-8, УО-16
	В-ПК-3	З, УО-8, УО-16
	У-ПК-3	З, УО-8, УО-16
ПК-5	З-ПК-5	З, УО-8, УО-16
	В-ПК-5	З, УО-8, УО-16
	У-ПК-5	З, УО-8, УО-16

## **Шкалы оценки образовательных достижений**

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:



Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ О-74 Генетика в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. ЭИ Б 90 Методы и достижения современной аналитической химии : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
3. ЭИ И74 Информационные технологии в физических исследованиях : лабораторный практикум, А. А. Сысоев [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2009
4. 543 С56 Современные методы масс-спектрометрии : лабораторный практикум, А. С. Фролов [и др.], Москва: МИФИ, 2008

5. ЭИ Ф91 Введение в технику физического эксперимента : лабораторный практикум, А. С. Фролов, Т. Г. Моисеева, А. А. Сысоев, Москва: МИФИ, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей и статистической физики, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа. Курс разбит на 2 раздела.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Устный опрос (8, 16 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного ниже списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого УО.

К итоговой аттестации допускаются студенты, имеющие по итогам УО-8 и УО-16 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка составляет 50 баллов.

При подготовке к текущему контролю и экзамену рекомендуется пользоваться следующей литературой:

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М 54 Методы расчета сложных вакуумных систем : , Москва: Техносфера, 2012

2. 543 С56 Современные методы масс-спектрометрии : лабораторный практикум, А. С. Фролов [и др.], Москва: МИФИ, 2008

3. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

4. ЭИ О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, С. К. Жданов [и др.], Москва: МИФИ, 2007

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей и статистической физики, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа. Курс разбит на 2 раздела.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Устный опрос (8, 16 неделя обучения).

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного ниже списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого УО.

К итоговой аттестации допускаются студенты, имеющие по итогам УО-8 и УО-16 в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка составляет 50 баллов.

При подготовке к текущему контролю и экзамену рекомендуется пользоваться следующей литературой:

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ М 54 Методы расчета сложных вакуумных систем : , Москва: Техносфера, 2012

2. 543 С56 Современные методы масс-спектрометрии : лабораторный практикум, А. С. Фролов [и др.], Москва: МИФИ, 2008

3. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

4. ЭИ О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, С. К. Жданов [и др.], Москва: МИФИ, 2007

Автор(ы):

Сысоев Алексей Александрович, д.ф.-м.н.