

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВАКУУМНЫЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
УСТАНОВОК

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.04.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки

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, экз./зач./КР/КП
1	4	144	0	48	0		42	0	Э
Итого	4	144	0	48	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

Курс знакомит студентов с физикой явлений происходящих в разреженных газах и физических основ работы приборов и устройств вакуумной техники; а также с нормативно-технической базой в сфере «Правила устройства ЭУ» для работы в составе научных групп. Работа в составе научной группы предполагает не только участие в работе на ЭУ (или ее части), но и участие в модернизации части ЭУ или разработки ЭУ в целом.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» является

- Научить будущих магистров понимать физику явлений происходящих в разреженных газах и физических основ работы приборов и устройств вакуумной техники;
- Получить знания, достаточные для сдачи экзамена по технике безопасности ТБ на II-ю группу, которая требуется для допуска к выполнению лабораторных работ на электроустановках (ЭУ) кафедры
- Облегчить изучение специальной литературы, дать необходимые сведения для исследовательской работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс лекций «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» является одним из основных курсов, читаемых на кафедре физики плазмы.

Для успешного освоения теоретического курса «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» студентам рекомендуется предварительно прослушать курсы лекций по следующим темам:

- Курс общей физики, включающий основы термодинамики, электричество и магнетизм и др.;
- Статистическая физика;
- Математический анализ;
- Дифференциальные уравнения;
- Теория вероятности и математической статистики;
- Уравнения математической физики

Лекционный курс «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» необходим студентами для выполнения научно-исследовательских работ и лабораторных работ проводимых на кафедре Физика плазмы.

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			
Применение методов диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках	Методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках	ПК-3.2 [1] - Способен применять методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3.2[1] - Знать основные методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках; У-ПК-3.2[1] - Уметь применять на практике методы диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках; В-ПК-3.2[1] - Владеть навыком применения методов диагностики плазмы в установках термоядерного синтеза и плазменных технологических установках
научно-инновационный			
Использование методов плазменной обработки материалов, разработка плазменных технологий	Методы плазменной обработки материалов, плазменные технологии	ПК-3.3 [1] - Способен применять методы плазменной обработки материалов, разрабатывать плазменные технологии <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-3.3[1] - Знать основные методы плазменной обработки материалов, плазменные технологии; У-ПК-3.3[1] - Уметь применять на практике методы плазменной обработки материалов, разрабатывать плазменные технологии; В-ПК-3.3[1] - Владеть

			методами плазменной обработки материалов и навыком разработки плазменных технологий
--	--	--	---

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>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/24/0		25	КИ-8	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3
2	Второй раздел	9-16	0/24/0		25	КИ-16	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		0/48/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	Э	3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-3.3, У-ПК-3.3, В-ПК-3.3

* – 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:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	0	48	0
1-8	Первый раздел	0	24	0
1	История развития вакуумной техники. Вакуумные плазменные технологии. Явления переноса в газах. История развития вакуумной техники. Вакуумные плазменные технологии Давление и вакуум. Газ и пар. Число молекул, ударяющихся в ед. времени, объем газа, приходящийся на это число молекул. Уравнение состояния идеального газа. Скорость теплового движения молекул и скорость звука в газе Средняя длина свободного пробега молекул в газе. Явления переноса в газах. Внутреннее трение в газах, понятие вязкости. Диффузия газов. Теплопроводность газов. Термомолекулярное течение.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	Режимы течения газов в цилиндрических трубопроводах. Проводимость трубопроводов и отверстий в турбулентном и инерционном режимах Режимы течения газов в цилиндрических трубопроводах. Сопротивление, проводимость трубопровода, быстрота действия и производительность насоса, быстрота откачки объема. Основное уравнение вакуумной техники. Проводимость трубопроводов и отверстий в турбулентном и инерционном режимах. Проводимость трубопроводов и отверстий в вязкостном и молекулярном режимах. Течение газа через капилляр.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Откачка газа из объема. Поверхностная откачка Откачка газа из объема. Длительность откачки и предельное давление. Взаимодействие газа с поверхностью вакуумной камеры. Изотермы адсорбции. Поверхностная откачка. Учет поверхностного газовыделения в процессе откачки. Процессы проницаемости газа через стенку, их влияние на процесс откачки.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Классификация вакуумных насосов Классификация вакуумных насосов. Вращательные форвакуумные насосы. Принцип действия простейшего молекулярного насоса (Геде). Насосы Рутса. Современные молекулярные насосы. Турбомолекулярные насосы. Эжекторные насосы. Пароструйные бустерные насосы. Диффузионные паромасляные насосы. Методы уменьшения потока пара рабочих жидкостей в вакуумный объем (Ловушки). Низкотемпературные средства откачки (крионасосы). Принцип действия. Адсорбционные насосы. Конденсационные насосы. Криогенные (криосорбционные) насосы. Криосистемы "Poicycold". Электрофизические средства откачки. Принцип действия. Геттеро-испарительные и электродуговые насосы. Магниторазрядные насосы.	Всего аудиторных часов		
		0	10	0
		Онлайн		
		0	0	0

7 - 8	Датчики (манометры) абсолютного давления. Ионизационные вакуумметры Датчики (манометры) абсолютного давления. Тепловые вакуумметры. Ионизационные вакуумметры. Магниторазрядные вакуумметры. Понятие герметичности и методы ее контроля.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	24	0
9 - 10	Понятие электробезопасности. Воздействие электрического тока на организм человека Группы по ТБ и требования к квалифицированному персоналу Обзор несчастных случаев на производстве Опасные отрасли Опасные профессии Опасные виды работ Опасные часы в рабочем дне Частота несчастных случаев в связи с напряжением ЭУ. Характерные значения токов действующих на организм человека Зависимость воздействия от частоты Зависимость воздействия от напряжения Зависимость воздействия от длительности Виды действия тока и их особенность Эквивалентное сопротивление внутренних органов Пробой кожи и СНН Пути протекания тока Расчетное значение сопротивления человека Связь время-токовых характеристик УЗО и порога непатологического действия тока на организм человека	Всего аудиторных часов		
		0	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 13	Понятие электроустановки. Меры безопасности при работе на ЭУ. Определение Характеристики помещений Категории помещений Классы электроустановок по напряжению и типу системы заземления Меры обеспечения безопасности работающего на ЭУ Изоляционные конструкции Соблюдение надлежащих расстояний Быстродействующее автоматическое и защитное отключение источника питания Заземление, зануление. Уравнивание и выравнивание потенциалов Защитное разделение цепей. Разд. тр-ры СНН СЗ, плакаты и знаки безопасности. Использование блокировок. Применение сигнализации. Обзор мер обеспечения безопасности работающего на ЭУ Защита от прямого и косвенного прикосновения . Виды изоляции Изоляция линий Изоляция приборов Изолирующие ср-ва защиты Изолированные полы, помещения и площадки Контроль, профилактика изоляции, обнаружение повреждений, защита от замыканий на землю Виды работ со снятием напряжения под напряжением вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением Заземление систем. Строение системы распределения энергии Заземляющее устройство, заземляющий проводник, заземлитель Сечения проводящих частей заземляющего устройства (и системы уравнивания потенциалов) Допустимые способы соединения проводящих частей заземляющего устройства (и частей системы уравнивания потенциалов) Рекомендации по устройству заземляющего устройства Виды систем с типом заземления TN Системы с типом	Всего аудиторных часов		
		0	9	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>заземления IT, TT Применение на кафедре системы с типом заземления TN-C. Обоснование выбора. Зануление</p> <p>Опасности и преимущества. Способы модернизации</p> <p>Заземление и зануление как меры защиты от косвенного прикосновения ЭУ, подлежащие заземлению. Части ЭУ, подлежащие защите от косвенного прикосновения. Части ЭУ, не требующие защиты от косвенного прикосновения.</p> <p>Защитное разделение цепей Принцип разделения</p> <p>Требования к разделительным трансформаторам</p> <p>Разделительный трансформатор как мера защиты от прямого и косвенного прикосновения. Средства защиты (СЗ) Определение. СЗ индивидуальной и коллективной защиты. Примеры. Основное и дополнительное электрозащитные средства. Основные и дополнительные СЗ в низковольтных и высоковольтных ЭУ. Другие СЗ, использующиеся на ЭУ (каска, очки, респираторы, маски, пояса и т.п.) Технические требования к СЗ, объем, методики и нормы испытаний. Порядок пользования, содержания СЗ. Нормы комплектования средствами защиты электроустановок и бригад. Плакаты и знаки безопасности Назначение Классификация Перечень, форма, места и условия применения плакатов и знаков безопасности Блокировки. Сигнализация. Назначение. Виды блокировок и сигнализации, использующихся на ЭУ кафедры Схемы применения. Тема 9. Переносной электроинструмент (ЭИ) и ручные светильники</p> <p>Классификация защиты от проникновения воды и пыли по IP Классы защиты электроприемников (ЭП) Правила эксплуатации переносного ЭИ и ручных светильников</p> <p>Необходимый класс защиты в зависимости от условий использования Необходимость подключения к системе уравнивания потенциалов металлических корпусов переносного ЭИ и ручных светильников</p>			
14 - 16	<p>Меры безопасности при выполнении отдельных работ и оказание мед. помощи</p> <p>ОКГ Физсвойства тканей, влияющие на степень поражения Теххарактеристики ОКГ, влияющие на степень поражения Режимы работы ОКГ. различие в поражении</p> <p>Виды воздействия ОКГ на организм человека (термическое, ударное, световое давление, электрострикция, внутриклеточное СВЧ) Меры защиты работающего от попадания прямого или отраженного излучения ограждения ловушки излучения бленды на оптике фильтры с определенными частотами поглощения яркое освещение блокировки световая сигнализация</p> <p>Допустимое время экспозиции Электробезопасность. Сосуды, работающие под давлением Область действия правил (для каких сосудов) Период освидетельствования Манометр. Редуктор. Резьба, цветовая схема для разных газов. (таблица). Размещение Транспортировка (погрузка-разгрузка и т.п.) Особенность работы с различными газами кислород водород. Криогенные жидкости Факторы</p>	Всего аудиторных часов		
		0	9	0
		Онлайн		
		0	0	0

	особенности эксплуатации низкие температуры изменение концентрации кислорода в рабочем помещении из-за испарения Пожаро- взрывоопасность кислорода. оксиды азота (конденсация кислорода и т.д.) Общие правила Плотная застегнутая одежда Защита глаз и рук крышки на сосудах транспортировка проветривание помещения			
--	--	--	--	--

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
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

В учебном процессе предусматривается широкое использование тестирования, которое стимулирует работу студентов в течение семестра, а не только перед зачетными мероприятиями. Рейтинговая система вовлекает студентов в учебный процесс, меняя представление о тестах, как о контрольных мероприятиях, превращая их в способ поднятия рейтинга. Это позволяет студентам адекватно оценить свои способности к освоению курса задолго до окончания семестра и дает возможность более правильно распределить силы и внимание в течение семестра. Также значение регулярной работы над курсом повышается за счет снижения максимального балла за экзамен

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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-3.2	З-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3.3	З-ПК-3.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3.3	Э, КИ-8, КИ-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 S17 Power Systems Grounding : , Salam, Md. Abdus. , Rahman, Quazi M. , Singapore: Springer Singapore, 2016
2. 50 Б40 Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие для вузов, Хайретдинов С.И. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

3. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, Шатохин В.Л., Москва: МИФИ, 2011
4. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, Шатохин В.Л., Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
5. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Розанов Л.Н., Москва: Высшая школа, 2007
6. ЭИ Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
7. ЭИ Д 30 Вакуумные системы : учеб. Пособие : , Демихов К.Е., Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010
8. 61 О-75 Основы безопасности жизнедеятельности : учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2007
9. 33 Г83 Охрана труда и безопасность на опасных и вредных производствах : практическое пособие, Гридин А.Д., Москва: Альфа-Пресс, 2011
10. 621.3 П68 Правила устройства электроустановок : , , Санкт-Петербург: ДЕАН, 2008

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, Шатохин В.Л., Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
2. 533 Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 533 Б37 Введение в вакуумную технику : Учеб. пособие, Захаров А.М., Беграмбеков Л.Б., М.: МИФИ, 2001
4. 621.3 П68 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей : , , Москва: Омега-Л, 2010
5. 681.2 П75 Приборы и средства автоматизации Т.2 Приборы для измерения давления, перепада давления и разрежения, , : Научтехлитиздат, 2006
6. 533 Б37 Процессы в твердом теле под действием ионного и плазменного облучения : учебное пособие для вузов, Беграмбеков Л.Б., Москва: МИФИ, 2008

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

Курс «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» состоит из небольшой теоретической части в рамках практических занятий, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия и практической части, на которой разбирается типичный пример решения задач и осуществляется самостоятельная экспериментальная работа на учебных электроустановках для закрепления материала. В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов за экзамен. Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» состоит из небольшой теоретической части в рамках практических занятий, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия и практической части, на которой разбирается типичный пример решения задач и осуществляется самостоятельная экспериментальная работа на учебных электроустановках для закрепления материала.

Методические указания по проведению практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» направлены главным образом на закрепление и расширение полученных в ходе других курсов теоретических знаний, а также представить самостоятельные решения практических ситуаций. Практические занятия призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Они развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи. Как правило, во время практических занятий основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что определяет содержание деятельности студентов. Структура практических занятий по дисциплине «Вакуумные и электротехнические технологии экспериментальных установок» включает: постановку задач преподавателем; ответы на вопросы студентов для уточнения материала.

Автор(ы):

Захаров Андрей Михайлович, к.ф.-м.н.

Вайтонис Виталий Витаутасович