

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Атомная энергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Физические установки»

Специальность
«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

Основная профессиональная образовательная программа
«Системы контроля и управления атомных станций»

Квалификация выпускника
Инженер-физик

Форма обучения
Очная

Балаково

Цель освоения учебной дисциплины:

- формирование навыков и приемов научного метода познания;
- обеспечение необходимого уровня знаний для усвоения смежных общетеоретических и специальных курсов;
- выработка творческого подхода к решению научно-технических задач и проблем, с которыми будущему специалисту придется столкнуться на производстве.

Задачи изучения дисциплины:

- создание у студентов основ достаточно широкой теоретической подготовки в области физики, позволяющей ориентироваться в потоке научной, технической информации и обеспечивающей им возможность использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых они специализируются;
- формирование у студентов научного мышления, в частности, правильности понимания границ применимости различных физических установок, законов физики, теорий и умений оценивать степени достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- усвоение основных физических законов и явлений классической и современной физики в применении физических установок, методов физического исследования;
- ознакомление студентов с современной аппаратурой, вычислительной техникой и выработка начальных навыков проведения научных исследований.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональными стандартами:

- 24.078 Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий;

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина опирается на содержание следующих учебных дисциплин: общая физика, атомная физика, ядерная физика, теория переноса нейтронов, физика ядерных реакторов.

В результате изучения этих дисциплин обучающиеся должны знать: источники заряженных частиц и плазмы, элементарные понятия о свойствах плазмы, движение заряженных частиц в магнитном поле, взаимодействие заряженных тяжелых и легких частиц с веществом, основные свойства нейтронов и гамма квантов.

Изучение дисциплины «Физические установки» необходимо для изучения принципа работы насосов, вентиляторов, компрессоров, ядерных энергетических реакторов, парогенераторов, турбомашин, режимов работы и эксплуатации оборудования АЭС, основы эксплуатации реакторного оборудования АЭС, производство ремонта и монтажа оборудования АЭС, ремонтное обслуживание реакторного и тепломеханического оборудования АЭС и других дисциплин профессионального цикла ООП специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг».

После изучения данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать следующие трудовые функции:

В/02.7. Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработка предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий;

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

профессиональные:

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Изучение и анализ научно-технической ин-	Современная электронная схемотехника,	ПК-1 Способен использовать науч-	З-ПК-1 Знать: современную техническую информацию, отечественный и зарубежный

формации, отечественного и зарубежного опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	но-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок	опыт в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. У-ПК-1 Уметь: использовать научно-техническую информацию для проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок. В-ПК-1 Владеть: методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок.
Математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.	Ядерные, химические и тепловые процессы, протекающие в ядерных энергетических установках и на атомных станциях.	ПК-2Способен проводить математическое моделирование для анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС	З-ПК-2 знать методы математического анализа для моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС У-ПК-2 уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС, В-ПК-2 владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных иссле-	1.Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.

		<p>дований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>	
--	--	---	--

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 7-м семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. часа.

Календарный план

№ раздела	№ темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Входной контроль						ВК (10б)	30
1	1	Понятие физической установки (ФУ). Описание коллективов микрочастиц в ФУ. Основные виды физических установок.	10	2	-	4	4	КЛ1 (10б)	
	2	Источники заряженных частиц и плазмы. Элементарные понятия о свойствах плазмы. Плазма в магнитном поле. Методы получения плазмы.	6	2			4		
	3	Плазменные ускорители. Плазменные двигатели. Свойства лазерной плазмы.	8	4			4		
	4	Катоды. Элементы диагностики пучков заряженных частиц и плазмы.	10	2		4	4		
	5	Вакуумные системы ФУ.	6	2			4		
	6	Движение заряженных частиц в	6	2			4		

		магнитном поле. Магнитные сепараторы, масс-спектрометры и энергетические спектрометры заряженных микрочастиц.							
2	7	Циклотрон. Синхроциклотрон. Синхротрон. Микротрон.	6	2			4	КЛ2 (106)	20
	8	Индукционные ускорители. Электростатические ускорители. Импульсные электростатические ускорители.	10	2		4	4		
	9	Линейные резонансные ускорители.	6	2			4		
	10	Сильноточные импульсные ионные и электронные диодные системы.	10	2		4	4		
	11	Детекторы.	6	2			4		
	12	Применение ускорителей и плазменных установок в прикладных задачах.	6	2			4		
	13	Применение ускорителей в ядерной физике и физике элементарных частиц.	6	2			4		
	14	Основные свойства нейтронов и гамма квантов.	6	2			4		
	15	Ядерные реакции синтеза.	6	2			4		
Вид промежуточной аттестации			108	32	-	16/16	60	3	50

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзам

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КЛ	Коллоквиум
З	Зачет

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Понятие физической установки (ФУ). Описание коллективов микрочастиц в ФУ. Основные виды физических установок: ускорители электронов и ионов, плазменные генераторы и ускорители, термо-ядерные установки, нейтронные генераторы, сепараторы, спектрометры, установки для элементного анализа, системы регистрации микрочастиц, вакуумные системы, генераторы электромагнитных колебаний.	2	[1-12]
Источники заряженных частиц и плазмы. Элементарные понятия о свойствах плазмы. Плазма в магнитном поле. Методы получения плазмы. Понятие о газовом разряде. Электронные лавины. Разрядники-коммутаторы. Дуговые плазмотроны. Плазмотроны на основе высокочастотного разряда, разряда в скрещенных электромагнитных полях и разряда с полым катодом.	2	[1-12]
Плазменные ускорители. Ускорители Холла. Рельсотроны. Ускорители	4	[1-12]

с замкнутым дрейфом электронов. Плазменные двигатели. МГД генераторы. Система «плазменный фокус». Лазеры и лазерная плазма. Свойства лазерной плазмы. Лазерные ионные источники и плазмотроны. Ускорение ионов на фронте лазерной плазмы.		
Катоды. Ионные и электронные источники. Формирование пучков заряженных частиц и плазменных потоков. Источники многозарядных ионов. Элементы диагностики пучков заряженных частиц и плазмы.	2	[1-12]
Вакуумные системы ФУ. Методы получения вакуума. Вакуумные насосы. Приборы для измерения вакуума.	2	[1-12]
Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитные сепараторы, масс-спектрометры и энергетические спектрометры заряженных микрочастиц. Циклические ускорители заряженных частиц. Бетатронные колебания. Понятие устойчивости движения частицы в циклическом ускорителе. Показатель спада магнитного поля. Сильная фокусировка.	2	[1-12]
Циклотрон. Синхроциклотрон. Фазовое движение. Уравнение фазовых колебаний. Принцип автофазировки Векслера. Синхротрон. Микро-трон.	2	[1-12]
Индукционные ускорители. Бетатрон. Понятие о линейном индукционном ускорителе. Электростатические ускорители. Генератор Ван-де-Граафа. Генераторы Кокрофта-Уолтона. Импульсные электростатические ускорители.	2	[1-12]
Линейные резонансные ускорители. Особенности ускорения и фокусировки ионов и электронов. Фазовое движение. Ускоряющие системы. Системы высокочастотного питания. КПД ускорения. Рекуперация ВЧ мощности.	2	[1-12]
Сильноточные импульсные ионные и электронные диодные системы. Закон Богуславского-Ленгмюра. Магнитные и электростатические системы подавления электронного компонента в ионных диодах. Запаянные ускорительные нейтронные трубки. Рентгеновские трубки. Идея коллективного ускорения ионов. Ускорение в прямых пучках. Обращенные диоды.	2	[1-12]
Взаимодействие заряженных тяжелых и легких частиц с веществом. Энергетические потери. Длина пробега. Принципы регистрации заряженных частиц. Детекторы.	2	[1-12]
Применение ускорителей и плазменных установок в прикладных задачах. Неразрушающий контроль, лечение онкологических заболеваний, получение ядерных фильтров, энергетическая накачка лазерных систем, стерилизация, электронные и ионные технологии. Напыление тонких пленок. Направленный нагрев.	2	[1-12]
Применение ускорителей в ядерной физике и физике элементарных частиц. Ядерные реакции с заряженными частицами. Распады. Взаимодействие ускоренных пучков с неподвижными мишенями и между собой. Энергия взаимодействия частиц в системе центра масс. Встречные пучки. Накопители. Циклические и линейные коллайдеры.	2	[1-12]
Основные свойства нейтронов и гамма-квантов. Принципы их детектирования. Генерация нейтронов и гамма-квантов в ЭФУ. Активационный анализ состава вещества с использованием генераторов нейтронов и гамма-квантов. Нейтронный каротаж скважин. Дистанционное обнаружение взрывчатых и наркотических веществ.	2	[1-12]
Ядерные реакции синтеза. Солнечная энергия. Водородная бомба.	2	[1-12]

Термоядерные установки. Магнитное удержание высокотемпературной плазмы. Критерий Лоусона. Магнитные ловушки. Система Токомак. Система «Галатея». Системы с инерциальным удержанием плазмы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.		
---	--	--

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Математическое моделирование бетатрона. Закрепление теоретических основ физики работы циклического индукционного ускорителя электронов - бетатрона, включающих принцип работы, условия ускорения и фокусировки пучка.	4	МУ
Математическое моделирование циклотрона. Закрепление теоретических основ физики пучков заряженных частиц; изучение особенностей продольного движения частиц в циклотроне; определение предельной энергии частицы.	4	МУ
Математическое моделирование микротрона. Закрепление теоретических основ физики пучков заряженных частиц; изучение особенностей продольного движения частиц в микротроне; определение фазовой устойчивости частицы в микротроне.	4	МУ
Математическое моделирование синхротрона. Закрепление теоретических основ физики работы циклического ускорителя – синхротрона, включающих принцип работы как электронного, так и протонного синхротрона.	4	МУ

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего Часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
Понятие физической установки (ФУ). Описание коллективов микро-частиц в ФУ.	4	[1-12]
Основные виды физических установок: ускорители электронов и ионов, плазменные генераторы и ускорители, термоядерные установки, нейтронные генераторы, сепараторы, спектрометры, установки для элементного анализа, системы регистрации микро-частиц, вакуумные системы, генераторы электромагнитных колебаний.	4	[1-12]
Источники заряженных частиц и плазмы. Элементарные понятия о свойствах плазмы. Плазма в магнитном поле. Методы получения плазмы. Понятие о газовом разряде. Электронные лавины. Разрядники-коммутаторы. Дуговые плазмотроны. Плазмотроны на основе высокочастотного разряда, разряда в скрещенных электромагнитных полях и разряда с полым катодом.	4	[1-12]
Плазменные ускорители. Ускорители Холла. Рельсотроны. Ускорители с замкнутым дрейфом электронов. Плазменные двигатели. МГД генераторы. Система «плазменный фокус». Лазеры и лазерная плазма. Свойства лазерной плазмы. Лазерные ионные источники и плазмотроны. Ускорение ионов на фронте лазерной плазмы.	4	[1-12]
Катоды. Ионные и электронные источники. Формирование пучков заряженных частиц и плазменных потоков. Источники многозарядных	4	[1-12]

ионов. Элементы диагностики пучков заряженных частиц и плазмы.		
Вакуумные системы ФУ. Методы получения вакуума. Вакуумные насосы. Приборы для измерения вакуума.	4	[1-12]
Движение заряженных частиц в магнитном поле. Магнитные сепараторы, масс- спектрометры и энергетические спектрометры заряженных микрочастиц.	4	[1-12]
Циклические ускорители заряженных частиц. Бетатронные колебания. Понятие устойчивости движения частицы в циклическом ускорителе. Показатель спада магнитного поля. Сильная фокусировка.	2	[1-12]
Циклотрон. Синхроциклотрон. Фазовое движение. Уравнение фазовых колебаний. Принцип автофазировки Векслера. Синхротрон. Микро- трон.	4	[1-12]
Индукционные ускорители. Бетатрон. Понятие о линейном индукци- онном ускорителе. Электростатические ускорители. Генератор Ван-де-Граафа. Генераторы Кокрофта-Уолтона. Импульсные электро- статические ускорители.	4	[1-12]
Линейные резонансные ускорители. Особенности ускорения и фоку- сировки ионов и электронов. Фазовое движение. Ускоряющие систе- мы. Системы высокочастотного питания. КПД ускорения. Рекуперация ВЧ мощности.	2	[1-12]
Сильноточные импульсные ионные и электронные диодные системы. Закон Богуславского-Ленгмюра. Магнитные и электростатические си- стемы подавления электронного компонента в ионных диодах. Запа- янные ускорительные нейтронные трубки. Рентгеновские трубки. Идея коллективного ускорения ионов. Ускорение в прямых пучках. Обра- щенные диоды.	4	[1-12]
Взаимодействие заряженных тяжелых и легких частиц с веществом. Энергетические потери. Длина пробега. Принципы регистрации заря- женных частиц. Детекторы.	4	[1-12]
Применение ускорителей и плазменных установок в прикладных за- дачах. Неразрушающий контроль, лечение онкологических заболева- ний, получение ядерных фильтров, энергетическая накачка лазерных систем, стерилизация, электронные и ионные технологии. Напыление тонких пленок. Направленный нагрев.	4	[1-12]
Применение ускорителей в ядерной физике и физике элементарных частиц. Ядерные реакции с заряженными частицами. Распады. Взаи- модействие ускоренных пучков с неподвижными мишенями и между собой. Энергия взаимодействия частиц в системе центра масс. Встречные пучки. Накопители. Циклические и линейные коллайдеры.	4	[1-12]

Образовательные технологии

Реализация процесса освоения данной дисциплины обеспечивается чтением лекций, проведением практических занятий с программными средствами, предназначенными для моделирования технологических процессов, доступом каждого обучающегося к базам данных и библиотечным фондам, формируемым по полному перечню разделов (модулей) данной рабочей программы.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем про- ведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении от- дельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последую- щего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Компьютерные классы БИТИ обеспечены доступом к сети Интернет для самостоятельной подготовки обучающихся. На кафедре имеются компьютеры с возможностью работы в специальных программах и доступа к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам, к таким как база данных периодических изданий.

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:

п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование Оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
2	Общие положения о физических установках	З-ПК-2, -ПК-2, В-ПК-2.	Коллоквиум (письменно)
3	Виды физических установок, принцип работы и область применения.	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2.	Коллоквиум (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2.	Вопросы к зачету (письменно)

Вопросы входного контроля:

1. Что изучает ядерная физика?
2. Строение атомного ядра.
3. Ядерные силы и их свойства.
4. Какие модели ядра вы знаете?
5. Ядерные реакции и их классификация
6. Деление тяжелых ядер. Осколки и продукты деления ядер.
7. Ядерные реакторы.
8. Что произошло на Чернобыльской АЭС?
9. Какие реакторы Вы знаете?
10. Виды излучения.

Вопросы к разделу 1

1. Описание коллективов микрочастиц в ФУ.
2. Основные виды физических установок: ускорители электронов и ионов, плазменные генераторы и ускорители, термоядерные установки, нейтронные генераторы, сепараторы, спектрометры, установки для элементного анализа, системы регистрации микрочастиц, вакуумные системы, генераторы электромагнитных колебаний.
3. Источники заряженных частиц и плазмы.
4. Элементарные понятия о свойствах плазмы.
5. Плазма в магнитном поле.
6. Методы получения плазмы.
7. Понятие о газовом разряде.

8. Электронные лавины.
9. Разрядники- коммутаторы.
10. Дуговые плазмотроны.
11. Плазмотроны на основе высокочастотного разряда, разряда в скрещенных электро-магнитных полях и разряда с полым катодом.
12. Плазменные ускорители.
13. Ускорители Холла.
14. Рельсотроны.
15. Ускорители с замкнутым дрейфом электронов.
16. Плазменные двигатели.
17. МГД генераторы.
18. Система «плазменный фокус».
19. Лазеры и лазерная плазма.
20. Свойства лазерной плазмы.
21. Лазерные ионные источники и плазмотроны.
22. Ускорение ионов на фронте лазерной плазмы.
23. Катоды. Ионные и электронные источники.
24. Формирование пучков заряженных частиц и плазменных потоков.
25. Источники многозарядных ионов.
26. Элементы диагностики пучков заряженных частиц и плазмы.
27. Вакуумные системы ФУ.
28. Методы получения вакуума.
29. Вакуумные насосы.
30. Приборы для измерения вакуума.
31. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
32. Магнитные сепараторы, масс- спектрометры и энергетические спектрометры заряженных микрочастиц.
33. Циклические ускорители заряженных частиц.
34. Бетатронные колебания.
35. Понятие устойчивости движения частицы в циклическом ускорителе.
36. Показатель спада магнитного поля.
37. Сильная фокусировка.

Вопросы к разделу 2

38. Циклотрон.
39. Синхроциклотрон.
40. Фазовое движение.
41. Уравнение фазовых колебаний.
42. Принцип автофазировки Векслера.
43. Синхротрон.
44. Микротрон.
45. Индукционные ускорители.
46. Бетатрон.
47. Понятие о линейном индукционном ускорителе.
48. Электростатические ускорители.

49. Генератор Ван-де-Граафа.
50. Генераторы Кокрофта-Уолтона.
51. Импульсные электростатические ускорители.
52. Линейные резонансные ускорители.
53. Особенности ускорения и фокусировки ионов и электронов.
54. Фазовое движение.
55. Ускоряющие системы.
56. Системы высокочастотного питания.
57. КПД ускорения.
58. Рекуперация ВЧ мощности.
59. Сильноточные импульсные ионные и электронные диодные системы.
60. Закон Богуславского-Ленгмюра.
61. Магнитные и электростатические системы подавления электронного компонента в ионных диодах.
62. Запаянные ускорительные нейтронные трубки.
63. Рентгеновские трубки.
64. Идея коллективного ускорения ионов.
65. Ускорение в прямых пучках.
66. Обращенные диоды.
67. Взаимодействие заряженных тяжелых и легких частиц с веществом.
68. Энергетические потери. Длина пробега.
69. Принципы регистрации заряженных частиц.
70. Детекторы.
71. Применение ускорителей и плазменных установок в прикладных задачах.
72. Неразрушающий контроль, лечение онкологических заболеваний, получение ядерных фильтров, энергетическая накачка лазерных систем, стерилизация, электронные и ионные технологии.
73. Напыление тонких пленок.
74. Направленный нагрев.
75. Применение ускорителей в ядерной физике и физике элементарных частиц.
76. Ядерные реакции с заряженными частицами.
77. Распады.
78. Взаимодействие ускоренных пучков с неподвижными мишенями и между собой.
79. Энергия взаимодействия частиц в системе центра масс.
80. Встречные пучки.
81. Накопители.
82. Циклические и линейные коллайдеры.
83. Основные свойства нейтронов и гамма квантов. Принципы их детектирования.
84. Генерация нейтронов и гамма-квантов в ЭФУ.
85. Активационный анализ состава вещества с использованием генераторов нейтронов и гамма-квантов.
86. Нейтронный каротаж скважин.
87. Дистанционное обнаружение взрывчатых и наркотических веществ.
88. Определение влажности и азотосодержания почв и растений.
89. Ядерные реакции синтеза.

90. Солнечная энергия.
91. Водородная бомба.
92. Термоядерные установки.
93. Магнитное удержание высокотемпературной плазмы.
94. Критерий Лоусона.
95. Магнитные ловушки.
96. Система Токомак.
97. Система «Галатея».
98. Системы с инерциальным удержанием плазмы.
99. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Вопросы к зачету:

1. Понятие физической установки (ФУ). Основные виды физических установок.
 2. Основные подходы к классификации частиц. Их общая характеристика.
 3. Типы источников заряженных частиц и принципы их действия.
 4. Элементарные понятия о свойствах плазмы.
 5. Плазма в магнитном поле.
 6. Методы получения плазмы.
 7. Электронные лавины.
 8. Высоковольтные коммутаторы (разрядники).
 9. Плазмотроны.
 10. Плазменные ускорители.
 11. Ускорители Холла.
 12. Вакуум в физической установке. Методы получения вакуума.
 13. Приборы для измерения вакуума.
 15. Электронный диод.
 16. Влияние магнитных полей на работу электронного диода.
 17. Эмиссионные источники электронов.
 18. Шкала электромагнитных колебаний.
 19. Газоразрядные приборы. Устройства на их основе.
 20. Электростатические ускорители.
 21. Индукционные ускорители.
 22. Линейные циклические ускорители.
 23. Резонансные циклические ускорители.
 24. Линейные резонансные ускорители.
 25. Характеристика рентгеновского и гамма-излучения, их взаимодействие с веществом.
 26. Спектрометры заряженных частиц.
-
28. Термоядерный реактор.
 29. Проблемы термоядерного синтеза.
 30. Термоядерный синтез.
 31. Удержание плазмы.
 32. ТОКОМАК.
 33. Термоядерный реактор ИТЭР.
 34. Стеллатор.

Шкалы оценки образовательных достижений:

№№	Баллы за вид работы	Требования к знаниям
1	УО ВХ –9-10 УО Зд – 5	Максимальный балл выставляется при полном и правильном выполнении заданий, глубоком и прочном усвоении студентом программного мате-

	КЛ – 5	риала, четком изложении постановок задач, алгоритмов и результатов решения задач, выводов по результатам работы, готовности выполнять данную работу в практике.
2	УО ВХ – 7-8 УО Зд – 4 КЛ – 4	Данный балл выставляется при полном и правильном выполнении заданий, усвоении студентом программного материала, четком изложении постановок задач, алгоритмов и результатов решения задач, выводов по результатам работы, готовности выполнять данную работу в практике, но некоторые вопросы излагает непоследовательно, допущены неточности.
3	УО ВХ – 6 УО Зд – 3 КЛ – 3	Данный балл выставляется студенту при выполнении работы, но у студента нет полного понимания постановок задач, методов и результатов решений.
4	УО ВХ <6 УО Зд <3 КЛ <6	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не полностью выполнил работу, не освоил значительной части программного материала, допускает существенные ошибки при трактовки постановок задач, методов решений, полученных результатов.

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
100-60	«зачтено» 30 - 50 баллов	-Оценка «зачтено» если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой -Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
59-0	«не зачтено» 0 -29 баллов	-Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. -Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Таблица для анализа соответствия и взаимного пересчета оценок в различных шкалах

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Зачет	Оценка (ECTS)	Градация
90 – 100	5 (отлично)	зачтено	A	отлично
85 – 89	4 (хорошо)		B	очень хорошо
75 – 84			C	хорошо
70 – 74			D	удовлетворительно
65 – 69	3 (удовлетворительно)		E	посредственно
60 – 64			F	неудовлетворительно
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	F	неудовлетворительно

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Кожевников Н. М. Демонстрационные эксперименты по общей физике: учебное пособие / Н. М. Кожевников. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-8114-2190-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168916>
2. Гаврилов А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами: учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122190>
3. Лебедев В. А. Ядерные энергетические установки: учебное пособие / В. А. Лебедев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1868-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168856>
4. Винтизенко И. И. Релятивистские магнетроны : монография / И. И. Винтизенко. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 357 с. — ISBN 978-5-9221-1429-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/48305>
5. Иродов И. Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие / И. Е. Иродов. — 10-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2017. — 322 с. — ISBN 978-5-00101-498-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94160>
6. Мартинсон Л. К. Электромагнитное поле: учебное пособие / Л. К. Мартинсон, А. Н. Морозов, Е. В. Смирнов. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 422 с. — ISBN 978-5-7038-3697-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106503>
7. Бодунов Е. Н. Базовый курс физики: механика, молекулярная физика, электростатика, постоянный электрический ток, магнетизм, волновая оптика, элементы квантовой механики, атомной и ядерной физики: учебник / Е. Н. Бодунов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. — 319 с. — ISBN 978-5-7641-1400-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156026>
8. Рентгеноспектральные методы исследования материалов на основе синхротронного излучения: учебное пособие / Г. Э. Яловега, М. И. Мазурицкий, А. Т. Козаков [и др.]. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2019. — 146 с. — ISBN 978-5-9275-3202-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/141047>

Дополнительная литература

9. Пашков П. Т. Физика пучка в кольцевых ускорителях: учебное пособие / П. Т. Пашков. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 264 с. — ISBN 5-9221-0731-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59440>
10. Королев С. А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок : учебное пособие / С. А. Королев, В. П. Михеев. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. — 232 с. — ISBN 978-5-7262-1547-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75706>
11. Кузнецов С. И. Ускорители заряженных частиц. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Г. Н. Дудкин, В. Н. Забаев. — Томск: ТПУ, 2011. — 45 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10273>
12. Фетисов Г. В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ :

учебное пособие / Г. В. Фетисов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 672 с. — ISBN 978-5-9221-0805-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2152>

Интернет-ресурсы

Поисковые системы интернета yandex.ru, google.ru, rambler.ru по конкретным вопросам объекта поиска.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оснащенной необходимым оборудованием (проектором, доской, компьютером) для проведения лекционных занятий с помощью презентаций. Для проведения практических работ и выполнения самостоятельной работы используются учебные компьютерные классы с выходом в Интернет и лицензионным программным обеспечением.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования

кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил доцент



Кудашева И.О.

Рецензент: доцент



Ефремова Т. А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии



Маггеррамов Р. А.