

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

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
7	3	108	32	16	0		24	0	Э
Итого	3	108	32	16	0	8	24	0	

АННОТАЦИЯ

Данный курс знакомит студента с основными детекторами, лежащими в основе физических установок в области физики ядра и элементарных частиц. Он создает необходимую базу для дальнейшего изучения и анализа экспериментальных установок. Студенты получают навыки экспериментальной работы, необходимые для проведения исследований по НИР.

Задачами настоящего курса являются:

- ознакомление студента с основными типами детекторов элементарных частиц;
- получение начальных практических навыков работы с этими детекторами;
- получение представления об устройстве систем сбора и накопления информации.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Данный курс знакомит студента с основными детекторами, лежащими в основе физических установок в области физики ядра и элементарных частиц. Он создает необходимую базу для дальнейшего изучения и анализа экспериментальных установок. Студенты получают навыки экспериментальной работы, необходимые для проведения исследований по НИР.

Задачами настоящего курса являются:

- ознакомление студента с основными типами детекторов элементарных частиц;
- получение начальных практических навыков работы с этими детекторами;
- получение представления об устройстве систем сбора и накопления информации.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данный курс закладывает основу в овладении экспериментальными методами физики элементарных частиц. Для его успешного освоения необходимо знание общей физики в объеме младших курсов и релятивистской кинематики, знакомство с основными взаимодействиями и стабильными частицами. В частности, обучающийся должен знать:

- строение вещества;
- электростатику;
- движение заряда в статических электрическом и магнитном полях;
- основные свойства протона, электрона, нейтрона, π и K -мезонов, мюона и γ -квантов.

Обучающийся должен уметь

- пересчитывать кинематические параметры (скорость, энергию, импульс) в релятивистской кинематике;
- работать с измерительными приборами: осциллографом, мультиметром;
- работать с компьютером, включая простейшее программирование;

Дисциплина базируется на дисциплинах:

- Общая физика;
- Введение в физику элементарных частиц 1.

Дисциплина предшествует изучению дисциплин:

- Экспериментальные методы ядерной физики 2;
- Экспериментальная физика элементарных частиц.

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
проектный			
расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-9.10 [1] - Способен применять современное программное обеспечение при выполнении расчётных, проектно-конструкторских работ и обработке результатов в области профессиональной деятельности, базовые языки программирования при разработке прикладного программного обеспечения; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-9.10[1] - современное программное обеспечение для выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов в области профессиональной деятельности, базовые языки программирования для разработки прикладного программного обеспечения;; У-ПК-9.10[1] - применять современное программное обеспечение при выполнении расчётных, проектно-конструкторских работ и обработке результатов в области профессиональной деятельности, базовые языки программирования при разработке прикладного программного обеспечения; ; В-ПК-9.10[1] -

			современным программным обеспечением для выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов в области профессиональной деятельности, базовыми языками программирования для разработки прикладного программного обеспечения;
проведение оценки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам с предварительным технико-экономическим обоснованием проектных решений;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-9.5 [1] - Способен к подготовке исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-9.5[1] - методы подготовки исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;; У-ПК-9.5[1] - выполнять подготовку исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;; В-ПК-9.5[1] - методами подготовки исходных данных для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;
разработка рабочей проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений,	ПК-9.6 [1] - Способен проводить эскизное и пред-эскизное проектирование детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики частиц и ядра;	3-ПК-9.6[1] - методы эскизного и пред-эскизного проектирования детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики частиц и ядра;;

	разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	У-ПК-9.6[1] - проводить эскизное и пред-эскизное проектирование детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики частиц и ядра;; В-ПК-9.6[1] - методами эскизного и пред-эскизного проектирования детекторов и установок, а также самих экспериментов в области физики частиц и ядра;
участие в комплексном проектировании по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов, применению принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-9.7 [1] - Способен к участию в комплексном проектировании по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов, применению принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9.7[1] - методы комплексного проектировании по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов; У-ПК-9.7[1] - применять принцип CDIO при комплексное проектирование в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-9.7[1] - методами комплексного проектировании по принципу CDIO, методами применения принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное	ПК-9.8 [1] - Способен проводить основные расчёты при проектировании различных детекторов	З-ПК-9.8[1] - методы проведения расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области

приборов и установок;	состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	и установок в области физики частиц и ядра, а также контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	физики частиц и ядра, а также методы контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;; У-ПК-9.8[1] - проводить расчёты при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также осуществлять контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;; В-ПК-9.8[1] - методами проведения расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также методами контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;
научно-исследовательский			
проведение технических измерений, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и публикаций;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная	ПК-9.3 [1] - Способен работать с детекторами и установками в области физики частиц и ядра, над их оптимизацией с применением средств их диагностики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-9.3[1] - Знать принципы работы детекторов и установок в области физики частиц и ядра и методы их оптимизацией с применением средств их диагностики;; У-ПК-9.3[1] - Уметь проводить измерения с помощью детекторов и установок в области физики частиц и ядра, уметь выполнять их

	электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,		оптимизацию с применением средств их диагностики;; В-ПК-9.3[1] - Владеть методами измерения с помощью детекторов и установок в области физики частиц и ядра, владеть методами их оптимизацию с применением средств диагностики;
производственно-технологический			
контроль соблюдения технологической дисциплины при изготовлении и обслуживании технологического оборудования для реализации производственных процессов;	разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,	ПК-9.9 [1] - Способен к эксплуатации современных приборов и установок, используемых в области физики частиц и атомного ядра; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9.9[1] - методы эксплуатации современных приборов и установок, используемых в области физики частиц и атомного ядра;; У-ПК-9.9[1] - эксплуатировать современные приборы и установки, используемые в области физики частиц и атомного ядра;; В-ПК-9.9[1] - методами эксплуатации современных приборов и установок, используемыми в области физики частиц и атомного ядра;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. 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>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/8/0		25	КИ-8	3-ПК-9.10, У-ПК-9.10, В-ПК-9.10, 3-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, 3-ПК-9.5, У-ПК-9.5, В-ПК-9.5, 3-ПК-9.6, У-ПК-9.6, В-ПК-9.6, 3-ПК-9.7, У-ПК-9.7, В-ПК-9.7, 3-ПК-9.8, У-ПК-9.8, В-ПК-9.8, 3-ПК-9.9, У-ПК-9.9, В-ПК-9.9
2	Второй раздел	9-16	16/8/0		25	КИ-16	3-ПК-9.10, У-ПК-9.10, В-ПК-9.10, 3-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, 3-ПК-9.5, У-ПК-9.5, В-ПК-9.5, 3-ПК-9.6, У-ПК-9.6, В-ПК-9.6, 3-ПК-9.7, У-ПК-9.7, В-ПК-9.7, 3-ПК-9.8, У-ПК-9.8, В-ПК-9.8, 3-ПК-9.9, У-ПК-9.9, В-ПК-9.9
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/16/0		50		

	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК-9.10, У-ПК-9.10, В-ПК-9.10, 3-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, 3-ПК-9.5, У-ПК-9.5, В-ПК-9.5, 3-ПК-9.6, У-ПК-9.6, В-ПК-9.6, 3-ПК-9.7, У-ПК-9.7, В-ПК-9.7, 3-ПК-9.8, У-ПК-9.8, В-ПК-9.8, 3-ПК-9.9, У-ПК-9.9, В-ПК-9.9
--	--------------------------------------	--	--	--	----	---	---

* – 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>7 Семестр</i>	32	16	0
1-8	Первый раздел	16	8	0
1	1. Взаимодействие излучения с веществом 1. Ионизационные потери. 2. Флуктуация ионизационных потерь. 3. Многократное рассеяние. 4. Прохождение электронов и фотонов. 5. Черенковское и тормозное излучение. 6. Ядерное взаимодействие.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	2. Сцинтилляционные счетчики 1. Неорганические сцинтилляторы 2. Органические сцинтилляторы 3. Сбор света 4. Фотодетекторы.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	3. Полупроводниковые детекторы	Всего аудиторных часов		

	1. Малошумящие усилители. 2. Создание обедненной зоны. 3. Кремниевые микростриповые детекторы. 4. Полупроводниковые дрейфовые детекторы. 5. Приборы с зарядовой связью. 6. Пиксельные детекторы. 7. Фотодетекторы. 8. Германиевые γ -детекторы. Лабораторная работа «кремниевый стриповый детектор».	2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	4. Газовые детекторы 1. Ионизация 2. Дрейф заряда 3. Газовое усиление 4. Пропорциональная камера. 5. Дрейфовая камера. 6. Времяпроекционная камера. 7. Газовый электронный усилитель и микросеточная газовая структура. 8. Resistive plate chamber. Лабораторные работы «дрейфовая камера» и «обработка данных с пропорциональных и дрейфовых камер».	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
5 - 6	5. Идентификация частиц 1. Измерение импульса в магнитном поле. 2. dE/dx . 3. Время пролета. 4. Черенковские детекторы. 5. Детекторы переходного излучения. 6. Мюоны и электроны.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
7 - 8	6. Калориметры 1. Электромагнитные калориметры. 2. Адронные калориметры.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
9-16	Второй раздел	Всего аудиторных часов		
		16	8	0
		Онлайн		
9	7. Исторические детекторы и детекторы без электронного считывания 1. Камеры Вильсона и пузырьковая. 2. Стриммерная и искровая камеры. 3. Ядерные фотоэмульсии и пластиковые детекторы.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
10	8. Введение в системы сбора и накопления информации. 1. Событие и триггер. 2. Информация, получаемая с физических детекторов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
11	Выработка триггера. 1. Быстрая электроника. 2. Мертвое время. 3. Многоуровневый триггер. Лабораторная работа «быстрая электроника и триггер».	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
12	10. Некоторые аспекты компьютеров и программирования. 1. Прерывания и время реакции. 2. Системы реального времени. 3. Интернет.	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		

13	11. Специализированные интерфейсы. 1. САМАС. 2. VME и другие интерфейсы. Лабораторные работы «САМАС», «VME» и «последовательный интерфейс».	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
14 - 15	12. Введение в современную электронику. 1. Микросхемы FPGA (Field Programmable Gate Array) и CPLD (Constant Programmable Logic Device). 2. Быстрые АЦП. 3. Микропроцессоры. 4. ASIC (Application Specific Integrated Circuit). Лабораторные работы «Программирование микропроцессора» и «FPGA».	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
16	Управление и автоматическое регулирование. 1. Контроль поступающей информации. 2. «Медленный» контроль. Лабораторная работа «LabView».	Всего аудиторных часов		
		2	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Использование в обучении активных и интерактивных форм обучения с применением электронных ресурсов и информационно-коммуникационных технологий.

7. 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-9.10	З-ПК-9.10	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.10	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.10	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.3	З-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-16

	У-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.5	З-ПК-9.5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.6	З-ПК-9.6	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.6	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.6	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.7	З-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.8	З-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9.9	З-ПК-9.9	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9.9	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9.9	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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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.
--	--	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 Г90 Детекторы элементарных частиц : , Группен К., Новосибирск: Сибирский хронограф, 1999

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Базой для успешного освоения курса является хорошее понимание учащимся процессов, происходящих при прохождении частиц через вещество детектора. Лабораторные работы позволяют увидеть детекторы вживую и приобрести начальный опыт работы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы,
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях, подготовку к лабораторным работам и обработку их результатов, подготовку к зачёту.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Базой для успешного освоения курса является хорошее понимание учащимся процессов, происходящих при прохождении частиц через вещество детектора. Лабораторные работы позволяют увидеть детекторы вживую и приобрести начальный опыт работы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы,
- решение задач, предлагаемых студентам на лекциях, подготовку к лабораторным работам и обработку их результатов, подготовку к зачёту.

Автор(ы):

Алексеев Игорь Геннадьевич, к.ф.-м.н.