

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 ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ФИЗИКЕ

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
3	2	72	16	0	32		24	0	3
4	2	72	15	0	30		27	0	30
Итого	4	144	31	0	62	0	51	0	

АННОТАЦИЯ

Целью освоения учебной дисциплины является обучение методам решения физических задач на компьютере

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является обучение методам решения физических задач на компьютере, охватывающие практически все основные разделы курса: интерполяция и аппроксимация функций, численное интегрирование и дифференцирование, решение нелинейных уравнений и систем, задачи линейной алгебры, обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных, численные методы поиска минимума функций одной и нескольких переменных. В каждом задании приводятся необходимые для понимания метода теоретические сведения, варианты задач для самостоятельного выполнения и практические рекомендации по составлению программ, подкреплённые блок-схемами вычислительных алгоритмов

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для освоения данной дисциплины необходимы общие сведения из Высшей математики: математического анализ, векторная алгебра, интегральное и дифференциальное исчисление, иметь начальные навыки программирования на одном из универсальных алгоритмических языков, типа Фортран, Си(модуль - Информатика: языки программирования), а также использовать знания, полученные в курсе Информатика: численные методы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-3 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	З-ОПК-3 [1] – Знать основные принципы и требования к построению алгоритмов, синтаксис языка программирования У-ОПК-3 [1] – Уметь разрабатывать алгоритмы для решения практических задач согласно предъявляемым требованиям В-ОПК-3 [1] – Владеть средой программирования и отладки для разработки программ для практического применения

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;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок	математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра и частиц.	ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
проектный			
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации	ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления	ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	3-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с

проектирования; оформление законченных проектно- конструкторских работ			техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO
---	--	--	--

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>3 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/0/16		25	КИ-8	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	9-16	8/0/16		25	КИ-16	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	3	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2, У-ПК-2,

							В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>4 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	8/0/16		25	КИ-8	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Раздел 2	9-15	7/0/14		25	КИ-15	У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		15/0/30		50		
	Контрольные мероприятия за 4 Семестр				50	30	3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	0	32
1-8	Первый раздел	8	0	16

	1 Компьютерное моделирование, теория и эксперимент. Этапы решения физических задач на компьютере Структура и оценка погрешности численного решения. Устойчивость и корректность	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
	2 Решение нелинейных алгебраических уравнений и систем. Постановка задачи вычисления корней нелинейных уравнений, метод половинного деления. Вычисление корней нелинейных уравнений методом простой итерации. Вычисление корней нелинейных уравнений методом касательных. Вычисление корней нелинейных уравнений методом секущих. Вычисление корней нелинейных уравнений методом парабол. Решение систем нелинейных уравнений методом простых итераций. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона	Всего аудиторных часов		
		2	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
1 - 8	3 Численное дифференцирование. Постановка задачи численного дифференцирования. Погрешность конечно-разностной аппроксимации. Численное дифференцирование со сглаживанием. Вычисление частных производных.	Всего аудиторных часов		
		4	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	0	16
9 - 11	5 Вычисление многомерных интегралов методом Монте-Карло. Интегральная теорема о среднем. Генератор случайных чисел. Погрешность вычисления интегралов в методе Монте-карло.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 16	4 Численное интегрирование. Постановка задачи численного интегрирования. Интерполяционные квадратуры. Составные (большие) квадратурные формулы. Квадратурные формулы Гаусса.. Оценка погрешности и уточнение интеграла в задачах численного интегрирования. Автоматические и адаптивные квадратурные алгоритмы. Интегрирование на бесконечных и полу бесконечных отрезках.	Всего аудиторных часов		
		0	0	16
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 16	6 Интерполяция. Постановка задачи интерполирования функций. . Полиномиальное интерполирование функций , методы построения интерполяционных полиномов. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона. Интерполирование функций тригонометрическими полиномами. Быстрое преобразование Фурье и его применение в физике. Интерполирование сплайнами. Погрешность интерполяционных формул.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	4 Семестр	15	0	30
1-8	Раздел 1	8	0	16
1 - 3	2 Задачи линейной алгебры. Прямые методы решения СЛАУ. Метод исключения Гаусса. Решение СЛАУ методом факторизации. Схема Жордана.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
1 - 8	1 Постановка задачи аппроксимирования функций. Среднеквадратичная аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов. Равномерная аппроксимаций функций.	Всего аудиторных часов		
		0	0	16
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 6	3 Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Одношаговые итерационные методы решения СЛАУ. Решение СЛАУ методом Якоби. Решение СЛАУ методом Зейделя. Решение СЛАУ методом простых итераций. Оценка скорости сходимости итерационных методов решения СЛАУ. Ускорение сходимости итерационных методов решения СЛАУ.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Раздел 2	7	0	14
9 - 11	5 Проблема оптимизации. Численные методы поиска минимума функций одной переменной. Симметричные методы. Метод дихотомии. Методы с однократным вычислением функции на шаге. Метод Фибоначчи. Метод "золотого сечения". Метод парабол. Метод Ньютона.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 15	4 Численные методы решения проблемы собственных значений. Частичная проблема собственных значений. Поиск максимального по модулю собственного значения. Поиск максимального и минимального собственных значений. Полная проблема собственных значений. Интерполяционный метод. Метод вращений. LR- и QR-алгоритмы. Вычисление собственных векторов, метод обратных итераций.	Всего аудиторных часов		
		0	0	14
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 14	6 Численные методы поиска минимума функций нескольких переменных. Рельефы функций. Методы спуска. Координатный спуск. Градиентный спуск. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряжённых направлений. Метод оврагов. Поиск минимума при наличии ограничений.	Всего аудиторных часов		
		3	0	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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
	1 Анализ последовательности данных. Функции, подпрограммы, машинная графика. 1. Сравнительные характеристики распространенных языков программирования.. Этапы решения физических задач на компьютере. Структура и оценка погрешности численного решения. Устойчивость и корректность
	2 Численное решение нелинейных алгебраических уравнений. Постановка задачи вычисления корней нелинейных уравнений, метод половинного деления. Вычисление корней нелинейных уравнений методом простой итерации. Вычисление корней нелинейных уравнений методом касательных. Вычисление корней нелинейных уравнений методом секущих. Вычисление корней нелинейных уравнений методом парабол. Решение систем нелинейных уравнений методом простых итераций. Решение систем нелинейных уравнений методом Ньютона
1 - 8	3 Численное дифференцирование. 1.Постановка задачи численного дифференцирования. Погрешность конечно-разностной аппроксимации. Численное дифференцирование со сглаживанием. Вычисление частных производных.
	4 Численное интегрирование. Постановка задачи численного интегрирования. Интерполяционные квадратуры. Составные (большие) квадратурные формулы. Квадратурные формулы Гаусса. Оценка погрешности и уточнение интеграла в задачах численного интегрирования. Автоматические и адаптивные квадратурные алгоритмы. Интегрирование на бесконечных и полу бесконечных отрезках.
	5 Вычисление многомерных интегралов методом монте-Карло. Теореме о среднем в интегральном исчислении. Генератор случайных чисел. Погрешность интегрирования в методе Монте-Карло.
6 - 16	6 Интерполирование. Постановка задачи интерполирования функций. Полиномиальное интерполирование функций , методы построения интерполяционных полиномов. Интерполяционный полином Лагранжа. Интерполяционный полином Ньютона. Интерполирование сплайнами. Погрешность интерполяционных формул
	<i>4 Семестр</i>
	1

	Частичная проблема собственных значений.
2	Поиск минимума функции одной переменной
3	Поиск минимума функции нескольких переменных.
4	Одношаговые численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
5	Многошаговые численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
6	Численные методы решения линейных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основное время в курсе отведено для практических занятий в компьютерном классе. В лекционном курсе используются средства мультимедиа для более наглядного представления изучаемых методов решения.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-15

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:

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

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо 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 смущайтесь, если вопросы вам кажутся 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 чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь со стороны преподавателя возможен выборочный контроль ваших знаний).

Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель.

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

2. Рекомендации для проведения лабораторных занятий.

Соблюдайте требования техники безопасности, для чего необходимо прослушать разъяснения о правильности поведения в лаборатории, ознакомиться с инструкцией по охране труда и технике безопасности в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы (до проведения занятия) проведите самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения и методические указания, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, по возможности избегая неправильных действий.

Основные результаты экспериментов, зафиксированные в письменном виде, предъявляются в конце занятия на утверждение преподавателя.

Для защиты отчета по работе подготовьте отчет о проделанной работе в соответствии с указаниями; в отчёте должны быть отражены основные результаты и выводы.

3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра.

Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Методические материалы для преподавателей, проводящему занятия по дисциплине

1. Чтение лекций.

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу.

Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов.

При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов.

Принятая преподавателем система обозначений должна четко разъясняться в процессе ее введения и использоваться в конспектах лекций

В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему.

На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачет.

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, проводить его обсуждение.

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).

3. Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно проводят элементарные исследования на основе специально разработанных заданий. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Продолжительность - не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы. Дидактические цели лабораторных занятий: - овладение техникой эксперимента; - формирование умений решать практические задачи путем постановки опыта; - экспериментальное подтверждение изученных теоретических положений, экспериментальная

проверка формул, расчетов. Формируемые умения и навыки (деятельность студента): - наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения; - самостоятельно вести исследования; - пользоваться различными приемами измерений, оформлять результат в виде таблиц, схем, графиков; - получать профессиональные умения и навыки обращаться с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами при проведении опытов. Содержание лабораторного занятия определяется перечнем умений по конкретной учебной дисциплине (модулю), а также характеристикой профессиональной деятельности выпускников, требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы.

Автор(ы):

Рашиков Владимир Иванович, к.т.н., с.н.с.