Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра физики и геофизики

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Филиала МГУ в г. Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«23» ____09____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Наименование дисциплины (модуля):

В-ПД Программирование микроконтроллеров

код и наименование дисциплины (модуля)

Уровень высшего образования:
специалитет

Направление подготовки:

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

(код и название направления/специальности)

Направленность (профиль) ОПОП:

общий

(если дисциплина (модуль) относится к вариативной части программы)

Форма обучения:
очная
очная, очно-заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры физики и геофизики
протокол №5 от «19» июня 2026 г.
Заведующий кафедрой
_____(К.В. Показеев)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г. Севастополе
Протокол №1 от «22» сентября 2026 г.
_____(Л.И. Теплова)
(подпись)

Севастополь, 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика», утвержденным приказом МГУ от 29 декабря 2018 года № 1780 (в редакции приказа МГУ от 10 июня 2021 года № 609, от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404), приказами об утверждении изменений в ОС МГУ от 29 мая 2023 года №700, от 29 мая 2023 года, № 702, от 29 мая 2023 года № 703

Год (годы) приема на обучение: с 2020

курс – 4

семестры – 7

зачетных единиц – 3

академических часов – 54, в т.ч.

лекций – нет

практических занятий – 54 ак. ч.

Форма промежуточной аттестации:

зачет в 7 семестре

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Программирование микроконтроллеров» входит в Вариативную часть образовательной программы. Изучается в 7 семестре, поэтому курс сроится на знаниях по ранее изученным дисциплинам: «Основы математического моделирования», «Численные методы в физике». В дальнейшем знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, являются основой для освоения следующих профессиональных и специальных дисциплин: «Численное моделирование процессов в сплошных средах».

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть).

Навыки работы в инженерных ППП (CAE-системы), успешное освоение дисциплин по общей физике.

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

Знать:

- В CAE-системах – назначение основных блоков для конструирования систем.
- В CAE-системах – методы построения геометрических моделей.
- В CAE-системах – методы построения сетки КЭ.

Уметь:

- Правильно формулировать задачи для проведения численных расчетов, исходя из знаний в области физики и математики, полученных в процессе изучения соответствующих дисциплин.
- Правильно выбирать программную среду проведения численных расчетов различных физических явлений. Разбираться в алгоритмах и численных методах, предлагаемых той или иной системе компьютерного моделирования.
- Строить сплошные и дискретные модели, адекватные решаемым задачам.

В CAE-системах:

- Строить геометрические модели с использованием встроенных в среду программирования средств. Выполнять основные логические операции над геометрическими объектами.
- Создавать конечно-элементные модели с использованием алгоритмов построения как свободной, так и упорядоченной сетки. Реформировать созданные модели.
- Задавать граничные условия для решения физических задач различного типа.
- Получать решение простых учебных задач механики твердых тел, гидродинамики, теории упругости и теплопроводности. Визуализировать полученные результаты, в частности, строить контурные и векторные графики исследуемых величин, выводить данные в различных сечениях трехмерных моделей, получать информацию об интересующих величинах вдоль заданных кривых.

Владеть:

- Основными навыками работы с базами данных CAE-систем: сохранение в базе данных геометрической и конечно-элементной моделей и решения, загрузка информации из базы данных. Уметь сохранять информацию о модели и решении в виде графических и анимационных файлов.

Иметь опыт:

- Использования CAE-систем для моделирования физических процессов и нагрузок реальных конструкций.

4. Формат обучения – контактный.

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з. е., в том числе 54 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 54 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

6.1. Структура дисциплины (модуля) по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий.

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля), **Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости** (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Введение. Построение геометрических моделей.	-	Лабораторные работы, 7	-	7	Защита лаб. раб.
Основные методы построения сетки.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Обработка результатов и работа с базами данных.	-	Лабораторные работы, 7	1	8	Защита лаб. раб.
Особенности решения задач теории упругости	-	Лабораторные работы, 7	1	8	Защита лаб. раб.
Нелинейный конструкционный анализ.	-	Лабораторные работы, 8	1	9	Защита лаб. раб.
Механика твердых тел.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Электростатика и постоянный ток.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Особенности решения задач теплофизики	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Параметры-массивы.	-	Лабораторные	1	8	Защита лаб. раб.

Граничные условия.		работы, 7			
Теплообмен излучением. Фазовые переходы.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Особенности решения задач гидрогазодинамики.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Течения в многокомпонентных средах. Течения со свободной границей.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Магнетизм.	-	Лабораторные работы, 6	1	7	Защита лаб. раб.
Совместные задачи.	-	Лабораторные работы, 6	-	6	Защита лаб. раб.
Другие виды самостоятельной работы (при наличии): например, курсовая работа, творческая работа (эссе)	-	-	-	-	-
	-	90	12	102	
Промежуточная аттестация *(зачет)*			6	6	
Итого				108	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	**Введение. Построение геометрических моделей в CAE-системах.**	Последовательность решения задачи в CAE-системах: выбор типов конечных элементов, задание материальных свойств, построение геометрической и конечно-элементной моделей, задание начальных и граничных условий, опций решения. Основные приемы работы: использование интерфейса пользователя и встроенного языка программирования. Общие принципы написания программы в CAE-системах: основные части программы, синтаксис команд. Файловая структура CAE-систем. Восходящее и нисходящее моделирование. Рабочая плоскость,

		инструменты управления рабочей плоскостью. Системы координат, глобальные и локальные координаты. Построение опорных точек, линий, поверхностей, объемов. Применение циклов при геометрических построениях. Построение геометрических примитивов. Логические операции с геометрическими объектами. Студентам предлагается построить несколько геометрических моделей, используя восходящее и нисходящее моделирование. Построить модель болта с резьбой, используя различные системы координат и циклы при построении опорных точек.
2.	**Основные методы построения сетки.**	Свободная и упорядоченная сетка. Инструмент построения сетки MeshTool. Построение сетки в автоматическом режиме. Управление качеством построения сетки. Алгоритмы построения упорядоченной сетки. «Выдавливание» сетки с поверхности в объем. Реформирование сетки. Метод прямой генерации сетки. Студентам предлагается построить гексагональную упорядоченную сетку в шаре и усеченном конусе методом вращения и методом деления объемов. После этого предлагается выполнить построение гексагональной упорядоченной сетки в прямоугольном блоке с “ручкой” в виде половины тора.
3.	**Обработка результатов и работа с базами данных.**	Команды, использующиеся при анализе результатов. Просмотр результатов в узлах и элементах, построение контурных и векторных графиков, изменение количества отображаемых контуров. Создание анимационных файлов, иллюстрирующих изменение результатов в зависимости от какого-либо параметра (время, частота). Построение путей для вывода линейных графиков на модели, и операции с результатами вдоль путей. Создание таблиц результатов в элементах и основные операции с ними. Построение графиков зависимости искомых величин в какой-либо точке модели от времени. Изменение масштаба по осям графиков. Студентам предлагается решить классическую задачу теории упругости (изгиб консольной балки). После этого на примере этой задачи провести детальную

		обработку результатов (построение контурных и векторных графиков, построение сечений, анимация, построение линейных графиков, операции с линейными графиками, таблицы элементов).
4.	**Особенности решения задач теории упругости.**	Типы элементов, используемые в задачах механики твердых тел. Особенности задания граничных и начальных условий, внешних воздействий. Стационарные задачи. Модели материалов. Примеры решения линейных и нелинейных задач. Расчет собственных частот и форм механических конструкций. Решение нестационарных задач, способы задания изменяющихся во времени нагрузок. Студентам предлагается решить несколько задач теории упругости (деформация прямоугольной пластины, расчет собственных частот и собственных колебаний прямоугольной пластины, расчет вынужденных колебаний прямоугольной пластины).
5.	**Нелинейный конструкционный анализ.**	Варианты нелинейного поведения конструкций: нелинейное изменение геометрии, изменение условий, включая условия контакта, нелинейное поведение материалов. Возможности задания материальных свойств, зависящих от температуры: полиномиальная зависимость от температуры и табличное задание зависимости. Модели нелинейных свойств материалов при решении задач деформации твердого тела: изотропное и кинематическое упрочнение. Диаграмма напряжение-деформация, билинейные и мультилинейные модели. Упругие и пластические деформации. Компоненты тензоров напряжения и деформации.
6.	**Механика твердых тел.**	Линейные и нелинейные задачи механики твердых тел, кривая напряжение-деформация, особенности задания материальных свойств. Особенности задания изменяющихся со временем нагрузок. Результаты решения задач деформируемых твердых тел. Анализ результатов с использованием таблицы элементов. Особенности решения контактных задач, методы решения задач взаимодействия нескольких тел. Доступные типы элементов. Выбор типа контакта. Выбор необходимых опций решателя.

7.	**Электростатика и постоянный ток.**	Расчет электростатических поле в плоском, осесимметричном и объемном случаях. Типы элементов и материальные свойства, используемые в данных типах анализа. Способы задания источников электрических полей. Типы условий на внешних границах модели. Рассмотрение различных способов решения задач электростатики, h-метод и p-метод, недостатки и преимущества. Решение задач о прохождении тока в конструкциях с распределенным сопротивлением. Совместное решение нелинейных задач о Джоулевом нагреве материалов при наличии зависимости локального сопротивления от температуры материала. Обзор возможностей CAE-систем при рассмотрении результатов решения.
8.	**Особенности решения задач теплофизики.**	Тепловой анализ, стационарные и нестационарные задачи. Основные виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Описание доступных для теплового анализа элементов. Задачи с внутренним источником тепла, особенности задания конвективных граничных условий, постоянная температура или поток тепла на границах. Использование таблиц и функций при задании изменяющихся нагрузок в зависимости от времени, координат, свойств материалов, температуры. Особенности задания начальных условий в нестационарном анализе, однородная и неоднородная начальная температура. Выбор шкалы температур. Определение параметров шага нагружения, опции сходимости решения, вывода результатов, возможность выбора автоматического шага по времени Студентам предлагается решить несколько задач теплофизики (стационарный нагрев составной плиты из разных материалов, нестационарный нагрев однородной плиты с отверстием, термомеханическая задача о деформации склеенных брусков вследствие теплового расширения).
9.	**Параметры-массивы. Граничные условия.**	Типы массивов в CAE-системах: числовые массивы, таблицы, символьные массивы. Способы определения массивов. Команды извлечения информации из базы данных в массивах. Операции с

		массивами. Классификация граничных условий (нагрузок): постоянные граничные условия, сконцентрированные нагрузки, поверхностные и объемные нагрузки. Методы задания граничных условий для различных задач. Преимущества и недостатки приложения нагрузок к геометрической модели (точки, линии, поверхности, объемы) или к конечно-элементной модели. Описание синтаксиса команд приложения, удаления, изменения нагрузок. Возможности просмотра информации о приложенных нагрузках. Способы задания изменяющихся нагрузок: табличное и функциональное задание. Описание создания таблиц нагрузок, список исходных переменных, от которых могут зависеть нагрузки. Особенности построения функций нагрузок, сохранение, просмотр и использование в моделировании. Студентам предлагается решить двумерную статическую тепловую задачу. Дана прямоугольная пластина с известными геометрическими характеристиками. Из материальных свойств задается теплопроводность. На краях модели задается постоянная температура. В центре пластины, в круговой области, происходит пространственно неравномерное выделение тепла. В задаче рассматриваются разные способы задания изменяющихся в пространстве граничных условий: - табличное задание зависимости температуры от координат X и Y; - функциональное задание зависимости температуры от координат в декартовой системе координат X и Y (используются функции вида $-x^2$, $\exp(-x^2-y^2)$); - функциональное задание зависимости температуры от координат в полярной системе координат (используются функции вида sin(r)/r). Требуется решить задачу и получить распределение температуры и тепловых потоков внутри пластины для разных условий.
10.	**Теплообмен излучением. Фазовые переходы.**	Методы расчета тепловых задач, связанных с излучением. Описание параметров, участвующих в расчете,

		коэффициенты излучения, излучающие поверхности. Задачи с частичным экранированием тел. Расчет матрицы угловых коэффициентов. Расчет фазового перехода вещества, расплав и застывание материала. Студентам предлагается решить задачу об излучении в кольцевом зазоре, рассмотренном на лекции, методом радиационной матрицы, с телом округлой формы внутри. Построить линейные графики распределения температуры вдоль излучающих границ тел.
11.	**Особенности решения задач гидрогазодинамики.**	Решение задач гидро- и газодинамики в CAE-системах. Классические течения в трубах и задачи обтекания тел, стационарный и нестационарный режимы. Условия возникновения течений различного характера, ламинарного и турбулентного, сжимаемого и несжимаемого. Особенности командного метода задания граничных условий, материальных свойств и опций решателя. Возможности использования гидро- и газодинамических конечных элементов ля моделирования поведения твердых тел, находящихся в жидкости или газе. Студентам предлагается решить несколько задач гидродинамики (расчет различных режимов обтекания шара в аэродинамической трубе, течение в трубе с переменным диаметром).
12.	**Течения в многокомпонентных средах. Течения со свободной границей.**	Моделирование течений в многокомпонентных жидкостях и газах, их смешивание, особенности задания их свойств, просмотр компонентов жидкостей и газов после смешивания. Моделирование течений со свободной границей, учет поверхностного натяжения. 1. Рассматривается газодинамическая нестационарная двумерная задача. Из двух труб в незамкнутый объем, заполненный воздухом, с постоянной скоростью втекают два газа: водород и кислород. Плотность и вязкость газов заданы. Требуется проанализировать динамику изменения концентрации газов в объеме. 2. Рассматривается гидродинамическая нестационарная задача. Используется двумерная модель. В начальный момент времени два столба жидкости разделены перегородками. Между ними находится пространство,

		заполненное воздухом. Геометрические размеры и свойства жидкости известны. Перегородки мгновенно убирают. Жидкости начинают движение под действием силы тяжести. Требуется рассмотреть динамику движения жидкости со свободной границей.
13.	**Магнетизм.**	Методы численного расчета магнитных полей. Сведение уравнений Максвелла к уравнениям для потенциальных функций. Границы применимости методов скалярного и векторного потенциала. Особенности задания граничных условий. Способы возбуждения магнитных полей. Способы моделирования источников. Случай гармонической зависимости поля от времени. Особенности решения плоских, осесимметричных и объемных нестационарных задач. Влияние скин-эффекта на распределение плотности тока в проводниках и на распределение магнитного поля. Определение потерь, вызванных вихревыми токами. Расчет индуктивностей и коэффициентов взаимной индукции соленоидов и трансформаторов, расчет погонных параметров линий передачи. Решается следующая задача. По проводнику круглого сечения протекает переменный ток. Рассматривается двумерная задача (поперечное сечение проводника). Удельное сопротивление проводника и магнитная проницаемость окружающей среды заданы. Требуется получить распределение электрического тока в проводнике (скин-эффект) и магнитного поля во всем пространстве в зависимости от его частоты.
14.	**Совместные задачи.**	Совместные задачи в CAE-системах. Методы решения задач связи различных физических дисциплин: прямой последовательный, многозадачный. Обзор элементов, позволяющих решать задачи прямым методом, в один элемент записаны уравнения двух или более типов анализа, они связаны между собой. Решение термоструктурных, пьезоэлектрических, термоэлектрических, магнитотепловых задач. Последовательный метод решения различных физических дисциплин с использованием циклов и считывания в качестве нагрузок результатов какого-то

		анализа. Использование универсального многозадачного анализа, особенности моделирования. Расчет деформаций твердого тела под действием потока жидкости, изменение конфигурации конечных элементов. Преимущества и недостатки каждого метода. Рассматривается гидромеханическая плоская нестационарная задача. Текущая по трубе жидкость деформирует эластичную перегородку. Используется приближение несжимаемой жидкости: плотность, вязкость постоянны. Для эластичного тела используется упругая линейная модель материала с известными модулем Юнга и коэффициентом Пуассона. В качестве граничных условий задается прилипание на границе жидкости с твердым телом и разность давлений на входе и выходе трубы. Решение можно провести с помощью специальных методов –мультипольного анализа или метода сред физики. Задача решается с использованием специального метода изменения сетки в жидких областях в процессе решения. Нужно получить распределения деформаций упругого тела и скорости жидкости.

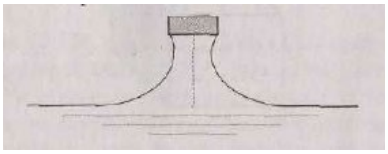
7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

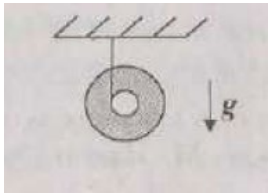
Текущий контроль знаний осуществляется во время семестра. Он происходит при выполнении и положительной защите каждой из лабораторных работ. Во время защиты преподаватель может задавать вопросы, касающиеся всего пройденного в семестре материала. Оценки выставляются по четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Примерные темы лабораторных работ.

1. Осуществить вычислительный эксперимент по определению уравнения состояния идеального газа, состоящего из N атомов. Рассмотреть случаи N=1,10, 10^2, 10^5.Уравнение состояния связывает три величины: давление, объём и температуру. В качестве объёма выбрать сосуд цилиндрической формы, в который вдвигается поршень.
2. Осуществляя вычислительный эксперимент, изучить распределение скоростей в модели идеального газа для сосуда в форме тетраэдра.
3. Бесконечно длинная прямоугольная пластинка кладется на поверхность смачивающей ее жидкости, увлекая за собой некоторое количество жидкости. Найти и визуализировать профиль боковой поверхности жидкости, устанавливающейся под влиянием капиллярных сил и силы тяжести, при различных расстояниях пластинки от поверхности жидкости



4. Смоделировать и визуализировать динамику маятника Максвелла.



7.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

- для зачета

Примерные темы заданий для получения зачёта.

1. Моделирование изгиба арочного моста под действием нагрузки с учетом линейных и нелинейных свойств материалов.
В работе предлагается исследовать линейные деформации арочного моста и выявить слабые места конструкции. Рассмотреть нелинейные деформации в билинейном приближении и сравнить их с линейным приближением. В качестве модели предлагается взять конструкцию реального моста.

2. Вынужденный теплообмен от поверхности твердого тела в жидкости.
В работе предлагается исследовать зависимость потока тепла с поверхности твердого тела от скорости обдува. В качестве модели предлагается взять сферическое или цилиндрическое тело, нагреваемое постоянной мощностью, которое помещено в трубу заполненную жидкостью.

3. Исследование механических деформаций тел с учетом нелинейных свойств материалов.
В работе предлагается исследовать деформацию тела, описываемого моделью с линейными свойствами. Определить размеры области, где деформация неоднородна.
Исследовать деформации тела, описываемого моделью с билинейными свойствами. Сравнить две модели: кинематическую и изотропную. Исследовать деформацию тела, описываемого моделью тела с полилинейными свойствами. Получить остаточные деформации, сравнить результат моделирования с теоретическими данными.

4. Решение контактных задач теории упругости.
В работе предлагается решить несколько вариантов контактных задач с различными типами контактов. Выяснить, какие сложности обычно возникают при решении контактных задач и каковы пути их преодоления.

5. Обтекание тел различной формы, вычисление силы сопротивления, выбор оптимальной формы для торпеды.
В работе предлагается исследовать обтекания торпеды, болида и капли потоком набегающей жидкости. В качестве модели предлагается взять трубу, с помещенными туда объектами различной формы. Определить силу сопротивления и найти коэффициент лобового сопротивления для каждого из тел. Сравнить полученные результаты для различных тел.

6. Исследование резонансного возбуждения механических конструкций.
В работе предлагается исследовать колебания балки прямоугольного сечения под воздействием вынуждающей силы. Рассмотреть варианты закрепления балки с одного и с двух концов. Для нахождения резонансов предлагается предварительно решить задачу на нахождение собственных частот и соответствующих им мод колебаний.

7. Моделирование импульсного нагрева твердого тела и расчет тепловых деформаций в нестационарном случае.
В работе предлагается исследовать явления, возникающие при нагреве твердого тела кратковременным импульсом тепла большой мощности. В качестве модели предлагается прямоугольник, на одну из граней которого подается мощный поток тепла.

8. Исследование оптимальной формы профиля крыла самолета.
Необходимо построить несколько профилей крыла самолета, воспользовавшись вспомогательной литературой по аэродинамическим свойствам тел. Произвести расчет подъемной силы, лобового сопротивления и аэродинамического качества крыла, поместив крыло в трубу с движущимся воздухом. Также необходимо исследовать зависимость этих параметров от положения крыла и скорости набегающего потока.

- для зачета

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	Не зачтено	Зачтено		
Знания *(домашние задания)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(контрольные работы)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(зачет)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- **Перечень основной и дополнительной литературы**.
  1. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. – 4-е изд. (эл.) – М.: Лаборатория знаний, 2015. – 243 с.
  2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: в 10 т. Т 6 / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 5-е изд. стер. – М.: Физматлит, 2001. – 736 с.
  3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков – 7-е изд. стер. – М.: Лань, 2004. – 636 с.

- **Описание материально-технического обеспечения.**
  аудитория №128 УНЛК:
  8 компьютеров – Intel i3, 12 стульев, стол преподавателя, 6 лабораторных столов, 2 компьютерных стола; ОС Microsoft Windows 8.1, ППП Libre Office, Team Wiewer.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания русский.

11. Преподаватель (преподаватели).

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и геофизики Николай Борисович Косых.

12. Автор (авторы) программы.

Старший преподаватель кафедры физики и геофизики, руководитель образовательной программы специалитета 03.05.02 «Фундаментальная и прикладная физика» Андрей Валерьевич Сулимов.