

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра общей физики и дидактики физики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

МП



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ПРИКЛАДНЫЕ
ПРОГРАММЫ ДЛЯ ФИЗИКОВ»

Направление подготовки: 03.04.02 Физика

Магистерская программа: Компьютерная физика

Образовательная программа: Магистратура

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико-технического
факультета

С. А. Фоменко

«17» апреля 2020 г.

МП




Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;


учебного плана и основной образовательной программы Компьютерная физика, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:
ст.преподаватель
кафедры общей физики и дидактики
физики

 Ю. В. Шерстюк


Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики
Протокол № 13 от «09» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

 Н. Г. Малюк

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета
Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

 В. Н. Котенко

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Пользовательские прикладные программы для физиков» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: компьютерная физика) и состоит из двух содержательных модулей: модуль 1 – «Пакеты прикладных программ общего назначения», модуль 2 – «Пакеты прикладных программ специального назначения».

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете кафедрой общей физики и дидактики физики.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые дисциплинами бакалавриата: «Пакеты прикладных программ (Прикладные программы)», «Пакеты прикладных программ (Вычислительная физика (практикум на ЭВМ))», «Информационные и коммуникационные технологии в образовании».

Полученные знания используются студентами при изучении следующих дисциплин: «Компьютерное моделирование в физике», «Современные компьютерные технологии», «Специальный научный семинар», а также во время выполнения научно-исследовательской работы и при написании магистерской диссертации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Компьютерная физика	
Образовательная программа	магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3,5	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	126	
- лекционных		
- практических, семинарских		
- лабораторных	36	
- самостоятельной работы	90	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	7	
в т.ч. аудиторных	2	

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель – формирование у студентов базовых теоретических знаний и практических навыков работы с пакетами прикладных программ общего назначения для применения их в своей профессиональной деятельности.

Задачи

- сформировать практические навыки работы на персональном компьютере и с пакетами прикладных программ, предусмотренными для освоения на лабораторных занятиях, а также в процессе самостоятельной работы;
- ознакомить с основными возможностями программных продуктов, дать теоретические и практические основы знаний в области использования информационных технологий для решения задач в своей профессиональной деятельности.

Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Пользовательские прикладные программы для физиков» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с соответствием с ФГОС ВО РФ направления подготовки направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: компьютерная физика):

а) общекультурных (ОК):

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-5);
- способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности (ОПК-8);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская и проектная деятельность:

- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2);

научно-инновационная деятельность:

- готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3);
- способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4);

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Знать:

- понятие и современное состояние информационных технологий, прикладные программные продукты;
- структуру и общую схему функционирования пакетов прикладных программ общего назначения;
- свойства информации и особенности физической информации, структуру и формы ее представления в компьютере;
- основные критерии выбора технических и программных средств для решения физических задач;
- состояние современного рынка программных средств;

- основы математического моделирования и решения практических задач математической физики с применением пакетов прикладных программ;
- основные подходы к интерпретации и визуализации результатов численных расчетов;
- виды пакетов прикладных программ для использования их в своей профессиональной деятельности;

Уметь:

- работать с персональным компьютером и использовать различные пакеты прикладных программ для решения физических задач как в локальном, так и сетевом режимах;
- осуществлять поиск информации по полученному заданию, сбор, анализ данных, необходимых для решения поставленных задач;
- применять программное обеспечение для представления, хранения и расчета физических данных;
- применять современные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования физических процессов;
- визуализировать и интерпретировать результаты вычислительного эксперимента, полученные с применением пакетов прикладных программ;

Владеть:

- навыками работы с универсальными и специализированными пакетами прикладных программ для решения физических задач;
- технологией применения пакетов прикладных программ для решения практических задач математической физики;
- основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, методами управления проектами и их реализациями с использованием современного программного обеспечения.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1 Пакеты прикладных программ общего назначения	
Тема 1. Облачные хранилища данных	Понятие облачного хранилища. Обзор возможностей облачных сервисов для хранения информации.
Тема 2. Аудио-визуальные технологии	Обзор программ для создания презентаций. Рекомендации по созданию качественных презентаций. Интерактивные плакаты как средство современного многофункционального средства обучения. Создание интерактивных плакатов с помощью сервисов Prezi, Glogster, Cacao, ThingLink. Онлайн-сервисы для создания тестов, викторин и кроссвордов. Сервисы для редактирования мультимедиа.
Тема 3. Компьютерная анимация	Технологии создания компьютерной анимации. Обзор программ для создания компьютерной анимации. Создание анимации в режиме рисования. Анимация как инструмент повышения конверсии. Актуальность анимации after effects

	и flash. Stop-motion анимация. Послойная обработка. Настройка переходов между кадрами. Наложение эффектов и фильтров. Визуализация. Поддержка работы с 3D объектами. Конвертация видео в анимацию.
Тема 4. Виртуальные физические лаборатории	Обзор онлайн-сервисов для проведения лабораторных работ и демонстрации физических явлений, программного обеспечения для создания виртуальной лабораторной работы.
Содержательный модуль 2 Пакеты прикладных программ специального назначения	
Тема 5. Ansys Workbench	Возможности платформы ANSYS Workbench. Графический интерфейс пользователя. Междисциплинарные расчеты по технологии drag-and-drop. Автоматическое обновление/перестроение на уровне проекта.
Тема 6. DesignModeler	Общие принципы создания геометрических моделей в Design Modeler. Навигатор моделей и главное меню. Рабочая область и задание геометрии различных типов: объемные тела, поверхности (оболочки) и линейные тела.
Тема 7. Meshing	Генерация конечно-элементной сетки. Методы построения сетки. Элементы управления сеткой. Ключевые особенности. Задание границ расчетной модели.
Тема 8. Fluent	Функции, константы и выражения. Задание свойств материалов и начальных условий. Задание граничных условий и изменение дифференциальных уравнений.
Тема 9. CFD-Post	Постпроцессинг результатов графического и количественного анализа. Шаблоны для автоматического создания отчетов, объединяющих графики, таблицы, двумерные и трехмерные изображения. Создание анимации.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	В Т.Ч.					всего	В Т.Ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельна я работа	индивидуальна я работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельна я работа	индивидуальна я работа
Содержательный модуль 1												
Тема 1. Облачные хранилища данных	7			2	5							
Тема 2. Аудио-визуальные технологии	21			6	15							
Тема 3. Компьютерная анимация	14			4	10							
Тема 4. Виртуальные физические лаборатории	21			6	15							
Итого по содержательному модулю 1	63			18	45							
Содержательный модуль 2												
Тема 5. Ansys Workbench	7			2	5							
Тема 6. DesignModeler	14			4	10							
Тема 7. Meshing	14			4	10							
Тема 8. Fluent	14			4	10							
Тема 9. CFD-Post	14			4	10							
Итого по содержательному модулю 2	63			18	45							
Всего часов	126			36	90							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лекционные и практические занятия не предусмотрены планом.

Темы лабораторных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Создание презентации (интерактивного плаката, опроса, теста, викторины, кроссворда) по заданной теме	9
2	Создание лабораторной работы по физике	9
3	Моделирование периодического отрывного течения	9
4	Моделирование ударно-волновых процессов	9
	ВСЕГО	36

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по курсу «Прикладные программы для физиков» предусматривает:

- систематическое посещение лабораторных занятий;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- своевременное и качественное оформление отчётов по лабораторным работам.
- самостоятельную разработку алгоритмов и текстов программ лабораторных работ.

Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Выбор и использование облачных хранилищ	5
2	Обзор возможностей программных пакетов для создания презентаций: Prezi, Google Slides, LibreOffice Impress, Keynote, Zoho Show, VideoScribe и др. Выбор лучших функций, необходимых в программном пакете для создания презентаций.	7
3	Обзор онлайн-сервисов для создания интерактивных тестов, опросов, викторин, кроссвордов, квест-игр, интеллектуальных карт для мозгового штурма, маршрутных карт и пр.	8
4	Анимация как инструмент повышения конверсии. Методы создания анимации. Виды анимации: традиционная, 2D векторная, 3D, графика движения, stop-motion.	10
5	Обзор онлайн-сервисов с виртуальными лабораторными работами по физике.	15
6	Расчетная платформа Ansys Workbench как инструмент интеграции программных продуктов для моделирования физических процессов. Инструменты для взаимодействия с CAD-системами, исправления дефектной геометрии, создания высококачественных сеток, пре- и пост-процессинга.	5
7	Модуль DesignModeler как основной инструмент для создания параметризованных геометрических моделей “с нуля”, а также для редактирования импортированных CAD-моделей. Создание геометрии различных типов. Инструменты параметризации моделей. Инструменты для исправления дефектной геометрии и доработки модели.	10
8	Методы построения сетки в Ansys Meshing. Копирование сетки. Защита топологии. Ключевые особенности. Задание границ расчетной модели.	10
9	Ansys Fluent как инструмент моделирования течений жидкостей и газов для промышленных задач с учетом турбулентности, теплообмена, химических реакций. Методы численного решения и распараллеливания. Турбулентность, фазовый переход, теплообмен с излучением, течения с химическими реакциями.	10
10	Постпроцессинг результатов графического и количественного анализа в CFD-Post. Создание анимации. Подготовка отчетов, построение графиков, таблиц, изображений.	10
	ВСЕГО	90

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальные задания не предусмотрены.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Понятие облачного хранилища.
2. Обзор возможностей облачных сервисов для хранения информации.
3. Облачное хранение данных: преимущества и недостатки.
4. Особенности презентации. Правила создания презентации.
5. Основные элементы и структура интерактивного плаката.
6. Средства создания интерактивных плакатов.
7. Сервисы для редактирования мультимедиа.
8. Интерактивные способы активизации познавательной деятельности.
9. Технологии создания компьютерной анимации.
10. Методы создания анимации. Виды анимации.
11. Обзор программ для создания компьютерной анимации.
12. Анимация как инструмент повышения конверсии.
13. Виртуальные приборы.
14. Методика создания виртуальной лабораторной работы.
15. Требования к интерфейсу для проведения и управления виртуальной лабораторной работой.
16. Примеры виртуальных лабораторий.
17. Виды и задачи препроцессоров и постпроцессоров.
18. Визуализация и обработка результатов вычислительного эксперимента.
19. Средства визуализации научных расчетов.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

<i>Направление подготовки:</i>	03.04.02 Физика
<i>Магистерская программа:</i>	Компьютерная физика
<i>Программа подготовки:</i>	Магистратура
<i>Семестр</i>	I
<i>Учебная дисциплина</i>	Пакеты прикладных программ для физиков

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

ВАРИАНТ №1

1. Средства создания интерактивных плакатов.
2. Создание презентации с помощью сервиса Prezi.

Утверждено на заседании кафедры общей физики и дидактики физики
протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой
Преподаватель

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	5
Задание 2	5
Всего	10

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Теоретические вопросы к экзамену

1. Понятие облачного хранилища. Обзор возможностей облачных сервисов для хранения информации. Облачное хранение данных: преимущества и недостатки.
2. Особенности презентации. Правила создания презентации.
3. Основные элементы и структура интерактивного плаката. Средства создания интерактивных плакатов.
4. Сервисы для редактирования мультимедиа.
5. Интерактивные способы активизации познавательной деятельности.
6. Технологии создания компьютерной анимации. Методы создания анимации. Виды анимации.
7. Обзор программ для создания компьютерной анимации. Анимация как инструмент повышения конверсии.
8. Виртуальные приборы. Примеры виртуальных лабораторий.
9. Методика создания виртуальной лабораторной работы.
10. Требования к интерфейсу для проведения и управления виртуальной лабораторной работой.
11. Графический интерфейс. Работа с проектом в Workbench.
12. Создание эскиза геометрической модели в DesignModeler: инструменты рисования и редактирования эскиза.
13. Задание ограничений и связей между объектами, задание размерных параметров эскиза в DesignModeler.
14. Простейшие операции моделирования в DesignModeler. Операции с объемными моделями. Дополнительные инструменты моделирования.
15. Общие настройки генератора сеток в Meshing.
16. Работа с меню Mesh Control: контроль формы элементов, локальное изменение сетки, плотность сетки в контактной области.
17. Работа с меню Mesh Control: команда Refinement, генерация регулярной сетки по разметке, сетка на сочитающихся поверхностях.
18. Просмотр сетки конечных элементов. Ошибки в генерации сетки. Работа с виртуальной топологией.
19. Функции, константы и выражения в Ansys Fluent.
20. Задание свойств материалов и начальных условий. Задание граничных условий.
21. Моделирование турбулентности в Ansys Fluent.
22. Конвективный и лучистый теплообмен в Ansys Fluent.
23. Химические реакции и горение в Ansys Fluent.
24. Многофазные течения и массообмен в Ansys Fluent. Ограничения моделей.
25. Настройки решателя в Ansys Fluent: параметры и опции. контроль шагов решения.
26. Виды и задачи препроцессоров и постпроцессоров.
27. Визуализация и обработка результатов вычислительного эксперимента.
28. Средства визуализации научных расчетов.

Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

Направление подготовки: **03.04.02 Физика**
 Магистерская программа: **Компьютерная физика**
 Программа подготовки: **Магистратура**
 Семестр: **I**
 Учебная дисциплина: **Пакеты прикладных программ для физиков**

БИЛЕТ №1

1. Интерактивные способы активизации познавательной деятельности.
2. Визуализация и обработка результатов вычислительного эксперимента.

Утверждено на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики, протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Экзаменатор _____

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	25
Задание 2	25
Всего	50 баллов

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

Не предусмотрено

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение блока лабораторных работ и экзамена.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины**

Форма контроля	Максимальное количество баллов
Лабораторная работа № 1	10
Лабораторная работа № 2	10
Лабораторная работа № 3	10
Лабораторная работа № 4	10
Модульный контроль	10

Экзамен	50
Всего	100

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе, оборудованном компьютерами с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, столами, доской.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Сидорова Е. В. Используем сервисы Google: электронный кабинет преподавателя / Е. В. Сидорова; Российская акад. образования; Ин-т пед. образования. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. - 269 с.	2	-
2.	Кондранин Т.В., Ткаченко Б.К., Березникова М.В., Евдокимов А.В., Зуев А.П. Применение пакетов прикладных программ при изучении курсов механики жидкости и газа: Учебное пособие. - М.: МФТИ, 2014. - 104 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=19446720 (авторизованный доступ на территории университета)	-	+
3.	Желязны Д. Говори на языке диаграмм Пос. по визуал. коммуникациям для руководителей / Д. Желязны; Пер. с англ. А. Мучника – М.: Ин-т комплекс. стратег. исслед., 2004 – 217 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=19750951 (авторизованный доступ на территории университета)	-	+

	<i>доступ на территории университета)</i>		
4.	Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS / К.А. Басов; учеб. пособие. – Саратов: Профобразование, 2017 – с. 239 https://elibrary.ru/item.asp?id=29994902 (авторизованный доступ на территории университета)	-	+
5.	Лабораторный практикум по общей и экспериментальной физике: учебное пособие по специальности 032200 "Физика" / [В. Н. Александров и др.]; под ред. Е. М. Гершензона, А. Н. Мансурова. - Москва: ACADEMIA, 2004. – 460 с.	12	-
Дополнительная литература			
6.	Лабораторный практикум по информатике и компьютерным технологиям: Учеб. пособие / В. В. Браткевич, И. А. Золотарева, В. Е. Климяков и др.; Под ред. А. И. Пушкаря ; Харьк. гос. экон. ун-т. - Харьков: ИНЖЭК, 2004. - 468 с.	3	-
7.	Норенков И. П. Информационные технологии в образовании / И. П. Норенков, А. М. Зимин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 349 с.	2	-
8.	Переверзев С. И. Анимация в Macromedia Flash MX / С. И. Переверзев. - М.: БИНОМ, 2005. - 374 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=19592893 (авторизованный доступ на территории университета)	2	+
9.	Батенькина О.В. Технологии анимации / О.В. Батенькина; учеб. пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 09.03.02 "Информационные системы и технологии". – М.: ФГБ ОУ ВПО «Омский государственный технический университет», 2015. – 116 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=24846264 (авторизованный доступ на территории университета)	-	+

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Сайт, содержащий виртуальные лабораторные работы для учащихся по физике, химии, биологии, экологии. - URL: <http://www.virtulab.net/> (дата обращения 15.04.2019).
2. Сайт, содержащий учебные материалы, лабораторные работы, тестирование по физике. - URL: <http://www.all-fizika.com/> (дата обращения 15.04.2019).
3. Постоянно обновляемый сайт, содержащий интерактивные плакаты, модели, квест-игры по физике. URL: <http://www.interfizika.narod.ru/> (дата обращения 16.04.2019).
4. Сайт, содержащий обучающие видеоуроки по программным продуктам ANSYS. URL: <https://www.cadfem-cis.ru/knowledge/video-cadfem/> (дата обращения 16.04.2019).

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Среда разработки физических 2D симуляций. В свободном доступе. URL: <http://www.algodoo.com/>

2. Сайт, предоставляющий студентам бесплатное программное обеспечение для моделирования. URL: <https://www.ansys.com/academic/free-student-products/>
3. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614).

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики с изменениями (без изменений) на 20__ учебный год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

Н.Г. Малюк

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики с изменениями (без изменений) на 20__ учебный год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой

Н.Г. Малюк