

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и Информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Проблемы современной физики» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профили: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:
доцент
к.ф-м.н., доцент

А. В. Безус

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой

А. В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

И. о. декана физико-технического
факультета
28.03.2024 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,
кандидат физико-математических наук
26.03.2024 г.

А. В. Безус

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по физике и математике в объеме программы средней школы; дисциплины программы бакалавриата:

Иностранный язык;

Общая и экспериментальная физика (Механика);

Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика);

Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм);

Общая и экспериментальная физика (Оптика);

Общая и экспериментальная физика (Физика атома и атомных явлений);

Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц);

Общая и экспериментальная физика (Общий физический практикум);

Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред);

Теоретическая физика (Электродинамика сплошных сред);

Теоретическая физика (Квантовая механика);

Теоретическая физика (Электродинамика);

Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика);

Программирование и математическое моделирование;

Пакеты прикладных программ (Вычислительная физика (практикум на ЭВМ));

Математический анализ;

Векторный и тензорный анализ;

Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление;

Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп;

Методы математической физики;

Теория функций комплексного переменного;

Теория вероятности и математическая статистика;

Современные нанотехнологии.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная: научно-исследовательская работа;

Подготовка и сдача и сдача государственного экзамена;

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Знания, умения и навыки, усвоенные и сформированные при изучении дисциплины «Проблемы современной физики», являются базовыми для последующего изучения дисциплин магистратуры.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование (профиль: Физика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.1 Проблемы современной физики
Часть образовательной программы	Вариативная часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	5	9	20	20	–	32	72	экзамен
Заочная	5	10	4	4	–	64	72	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов научного представления об окружающем Мире на основе изучения специальных вопросов и идей естественных наук, развитие мыслительных операций анализа, синтеза, сравнения, оценки, дедукции, индукции и создание предпосылок для овладения опытом применения научного метода при выполнении задач профессиональной деятельности.

Подготовка специалиста профессионально ориентирующегося в современных проблемах физики и новейших физических методах исследований и научных технологий; формирование представлений о физических явлениях, лежащих в основе современной научной картины мира и перспективах развития физики; ознакомление студентов с наиболее актуальными проблемами современной физики, составляющими основу прогресса мировой цивилизации и выработки у студентов рационального взгляда на процессы и явления, протекающие в природе и управляющие развитием современного человечества.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Способен организовать деятельность обучающихся, направленную на освоение дополнительной общеобразовательной программы с использованием специальных научных знаний.	ПК-2.29 Способен анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований.	ОПК-2.29.1 Владеет навыками разработки новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях. ОПК-2.29.2 Умеет решать задачи разного вида (качественные, количественные, экспериментальные) и использовать их в преподавании физики в учебных заведениях
	ОПК-2.30 Способен осваивать и применять в организации учебного процесса инновационные знания в области физики. Способен формировать исследования на основе современных электронных средств, проводить наблюдения, измерения и расчеты.	ОПК-8.8.1 Знает теорию и методы физических исследований в профильной области физики. Знает методы организации и планирования физических исследований. ОПК-8.8.2 Умеет использовать основные приемы вычислительных методов при решении различных задач профессиональной деятельности. Умеет решать физические задачи и использовать решения для углубленного понимания законов физики.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
1. Физика. Современные проблемы.	1.1. Предмет и структура физики. Основные этапы развития физики. 1.2. Фундаментальные физические теории. 1.3. Современная экспериментальная физика. Основные нерешенные проблемы физики. 1.4. Связь физики с другими науками и техникой. 1.5. Макрофизика. Астрофизика.
2. Современное состояние физики элементарных частиц.	2.1. Стандартная Модель. 2.2. Спонтанное нарушение симметрии. 2.3. Нейтринные осцилляции. 2.4. Солнечные нейтрино. Атмосферные нейтрино. Массы нейтрино и новая физика. 2.5. Неполнота Стандартной Модели и Суперсимметрия.
3. Физика частиц и Космология.	3.1. Космология и новая физика. 3.2. Небарионная темная материя. 3.3. Космические лучи сверхвысоких энергий. 3.4. Барионная асимметрия Вселенной. 3.5. Раздувающаяся Вселенная и инфлатон. Космологическая постоянная.
4. Черные дыры во вселенной.	4.1. Физика вне черной дыры. Механические свойства мембраны горизонта. 4.2. Электродинамика черных дыр. Термодинамика черных дыр. Физика внутри черной дыры. 4.3. Внутренность черной дыры. Квантовые эффекты. 4.4. Астрофизика черных дыр. Происхождение звездных черных дыр. Дискковая аккреция на черные дыры. 4.5. Свидетельства наличия черных дыр в двойных звездных системах. 4.6. Сверхмассивные черные дыры в галактических центрах. 4.7. Первичные черные дыры. 4.8. Исследование черных дыр, испускающих гравитационные волны. 4.9. Критический гравитационный коллапс.
Раздел 2.	
5. Сверхпроводимость.	5.1. История открытия сверхпроводимости. 5.2. Магнитные свойства сверхпроводников. 5.3. Термодинамика сверхпроводников. 5.4. Высокотемпературная сверхпроводимость.
6. Квантовый эффект Холла.	6.1. Двумерные электронные системы. Модулированное легирование. Эффект Холла. 6.2. Целочисленный квантовый эффект Холла. Дробный квантовый эффект Холла. Открытие.

	Причины возникновения. 6.3. Электроны и квантовые потоки. Композитные частицы. Фермионы и бозоны. Статистика композитных частиц. 6.4. Дробный квантовый эффект Холла при $\nu = 1$.
7. Дробное квантование.	7.1. Солитоны. Локализация. Дробный квантовый эффект Холла. Дробная статистика.
8. Фуллерены и нанотрубки.	8.1. Фуллерены и нанотрубки. Открытие и перспективы.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 5, семестр – 9

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Раздел 1.					
1. Физика. Современные проблемы.	2			4	6
2. Современное состояние физики элементарных частиц.	2	5		4	11
3. Физика частиц и Космология.	3	5		4	12
4. Черные дыры во вселенной.	3			4	7
Раздел 2.					
5. Сверхпроводимость.	3			4	7
6. Квантовый эффект Холла.	2	5		4	11
7. Дробное квантование.	3	5		4	12
8. Фуллерены и нанотрубки.	2			4	6
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	20	20		32	72

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 5, семестр – 10

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Раздел 1.					
1. Физика. Современные проблемы.	0,5			8	8,5
2. Современное состояние физики элементарных частиц.	0,5	1		8	9,5
3. Физика частиц и Космология.	0,5	1		8	9,5
4. Черные дыры во вселенной.	0,5			8	8,5
Раздел 2.					
5. Сверхпроводимость.	0,5			8	8,5
6. Квантовый эффект Холла.	0,5	1		8	9,5
7. Дробное квантование.	0,5	1		8	9,5
8. Фуллерены и нанотрубки.	0,5			8	8,5
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	4	4		64	72

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Наблюдение и регистрация элементарных частиц. Классификация методов. Приборы.
2. Экспериментальное исследование частиц. Резонансы.
3. Производство частиц в экспериментах. Ускорители. Классификация. Мощности современных ускорителей.
4. Античастицы. Определение. Свойства. Примеры. Антивещество. Определение истинно нейтральной частицы.
5. Классификация элементарных частиц. Лептоны.
6. Адроны: определение, свойства, кварковое строение. Свойства кварков.
7. Изотопическая симметрия. Супермультиплеты.
8. Изотопический спин и изомультиплеты. Барионный октет. Мезонный нонет. Возбужденные состояния барионов (сравнить октет и декуплет).
9. Какому факту физически соответствует изотопическая инвариантность? С чем связана высокая степень симметричности изотопических мультиплетов?
10. Фундаментальные взаимодействия. Описать каждый вид взаимодействия, сравнить по интенсивности. Класс частиц – переносчиков взаимодействия.
11. Классификация элементарных частиц в Стандартной модели. Теории объединения взаимодействий.
12. Электромагнитное взаимодействие. Понятие электрослабого взаимодействия.
13. Сильное взаимодействие. Теории Великого объединения.
14. Барионный заряд. Электрический заряд. Изоспин.
15. Лептоны. Лептонный заряд.
16. Понятие странности. Странные частицы.
17. Классификация законов сохранения в физике элементарных частиц. Аддитивные законы сохранения. Симметрии, лежащие в их основе.
18. Симметрия пространства-времени.
19. Калибровочная симметрия.
20. Энергетика реакций частиц. Энергетика распадов частиц.
21. Упругое и неупругое рассеяние. Сечение рассеяния. Одноканальное и многоканальное рассеяние.
22. Космические лучи. Широкие атмосферные ливни.
23. Кинематика частиц. Масса частиц.
24. Понятие физического вакуума.
25. Понятие калибровочных бозонов.
26. Адронный и лептонный токи.
27. Квантовая хромодинамика.
28. Кварковые диаграммы.
29. Сущность Стандартной Модели.
30. Пара- и диамагнетизм свободных ионов.
31. Пара- и диамагнетизм металлов.
32. Теоретико-групповая классификация энергетических уровней ионов в кристаллах.
33. Теория кристаллического поля.

Раздел 2

34. История открытия сверхпроводимости и ВТСП.
35. Кристаллическая и зонная структура твердых тел.
36. Основные методы изучения кристаллической структуры ВТСП. Критические параметры ВТСП.
37. Особенности химической природы ВТСП.

38. Химическая сложность и проблемы получения ВТСП с заданными свойствами.
39. Особенности физических и сверхпроводящих свойств.
40. Перспектив разработки новых методов получения ВТСП-материалов.
41. Фуллерены и нанотрубки. Открытие и перспективы.
- Физика вне черной дыры. Механические свойства мембраны горизонта.
42. Электродинамика черных дыр.
43. Термодинамика черных дыр. Физика внутри черной дыры.
44. Внутренность черной дыры. Квантовые эффекты.
45. Астрофизика черных дыр. Происхождение звездных черных дыр. Дискковая аккреция на черные дыры.
46. Свидетельства наличия черных дыр в двойных звездных системах.
47. Сверхмассивные черные дыры.
48. Первичные черные дыры.
49. Исследование черных дыр.
50. Критический гравитационный коллапс.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Лабораторные работы по темам:

- Физика элементарных частиц;
- Кварковые диаграммы;
- Квантовый эффект Холла;
- Дробное квантование;

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Античастицы. Определение. Свойства. Примеры. Антивещество. Определение истинно нейтральной частицы.
2. Пара- и диамагнетизм металлов.
3. Сверхмассивные черные дыры.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Форма обучения – очная, Семестр 9

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1, 2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	30
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 10

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1, 2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	5
	Лабораторные работы	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	30
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;

- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для выполнения лабораторных работ требуется лаборатории со специализированным оборудованием, которое отвечает современным требованиям цифрового образования: имеет в наличии большое количество различных типов датчиков, которые подключаются к ноутбуку (планшету) и позволяют осуществлять сбор экспериментальных данных, графический анализ данных, решение математических уравнений, обработку экспериментальных данных.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Г.Кейн. Современная физика элементарных частиц. М: Мир, 1990. – 360 с. – URL: <https://www.twirpx.com/file/972518/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
2. А. И. Ахиезер, М.П.Рекало. Биография элементарных частиц. К: Наукова думка, 1979. –264 с. – URL: <https://www.twirpx.com/file/274503/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
3. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. Частицы и атомные ядра: Учебник для вузов - 2-е изд.,испр.и доп. - М.: Издательство ЛКИ, 2007. - 584с. – URL: <https://www.twirpx.com/file/1701896/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
4. С. М. Биленький Массы, смешивание и осцилляции нейтрино // УФН. — 2003. — Т. 173. — С. 1171—1186. – URL: <https://www.ufn.ru/ru/articles/2003/11/b/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
5. Вонсовский С.В. Магнетизм. Магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков. –М.: Наука, 1971. – 1032 с. – Текст: непосредственный.
6. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. –М.: МГУ, 1976. –367 с. – Текст: непосредственный.
7. Высокотемпературные сверхпроводники. /Под ред. Д. Нелсона, М. Уиттингема, Т. Джоржа. М.: Мир, 1988. – 400 с. – Текст: непосредственный.
8. В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников. –М.: Наука, 1982. – 396 с. – Текст: непосредственный.
9. Лукаш В. Н. О физике и астрофизике. – М.: Бюро Квантум, УФН, 2012, т. 182, № 2, с. 216. . – Текст: непосредственный.
10. Тюрин. Ю. И. Современные проблемы физики: учебное пособие / Ю. И. Тюрин; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2002. – 261 с. – URL: <http://master.isc.tpu.ru> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: регистрация. – Текст: электронный.

11.2. Дополнительная литература

11. И.Ф. Гинзбург Нерешённые проблемы фундаментальной физики (рус.) // Успехи физических наук. — 2009. — Т. 179. — С. 525–529. – URL: <https://www.ufn.ru/ru/articles/2009/5/d/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
12. Ю. Г. Куденко Наблюдение осцилляций мюонных нейтрино в электронные нейтрино в эксперименте T2K // УФН. — 2013. — Т. 183. — С. 1225–1230. – URL: <https://www.ufn.ru/ru/articles/2013/11/d/> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: в свободном доступе. – Текст: электронный.
13. Антонов, Ю.Ф. Сверхпроводниковые топологические электрические машины: монография / Ю.Ф. Антонов, Я.Б. Данилевич. – М.: Физматлит, 2009. – 366 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67598> (дата обращения: 01.01.2023) – Режим доступа: регистрация. – Текст: электронный.
14. С.О. Гладков Сборник задач по теоретической и математической физике. – М.: Физматлит, 2010. –488 с. – Текст: непосредственный.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).