

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА)

| | |
|--|---|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 44.00.00 Образование и педагогические науки |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриата |
| Направление подготовки | 44.03.05 Педагогическое образование |
| Направленность (профиль) образовательной программы | Физика и Информатика |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | Очная, заочная |

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Теоретическая физика (Квантовая механика)»** для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: 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 2025 года.

Разработчик:

доцент кафедры теоретической физики и
нанотехнологий,
канд. физ.-мат. наук

В. И. Фиохин

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 10.04.2025 г. № 18.

Заведующий кафедрой

А. Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 16.04.2025 г. № 4

Председатель

В. Н. Котенко

Руководитель основной образовательной
программы, кандидат физ.-мат. наук
10.04.2025 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 математике в объёме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ; Линейная алгебра и теория групп; Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление; Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред); Теоретическая физика (Термодинамика).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---|
| Название образовательной программы (далее – ОП) | 44.03.05 Педагогическое образование (Профиль: Физика и Информатика) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ОД.13 Теоретическая физика (Квантовая механика) |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть: выбор вуза |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 2 / 72 |

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная | 3 | 6 | 28 | – | 14 | 30 | 72 | экзамен |
| Заочная | 4 | 8 | 4 | – | 4 | 64 | 72 | экзамен |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование знаний и умений студента в области нерелятивистской квантовой теории.

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

| Компетенции | Индикаторы | Результаты обучения |
|---|--|--|
| ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач. | ПК-1.10. Формулирует возможные подходы к решению задач профессиональной деятельности, оценивает их эффективность и соответствие необходимым требованиям | ПК-1.10.1. Знает фундаментальные принципы и законы современной квантовой теории. ПК-1.10.2. Умеет, выполнять предварительные модельные оценки. применять методы теории размерностей. ПК-1.10.3. Владеет методами приближенных вычислений |
| | ПК-1.11. Рассматривает оптимальные методы решения задач профессиональной деятельности | ПК-1.11.1. Знает основные методы современной квантовой теории, включая теорию представлений, методы теории возмущений, квазиклассического приближения, самосогласованного поля, вторичного квантования, теории рассеяния ПК-1.11.2. Умеет анализировать предельные случаи и условия применимости получаемых результатов, ПК-1.11.3. Владеет современными математическими методами решения задач теоретического и прикладного характера в области квантовой теории. |

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|---|--|
| Раздел 1. Волновая функция. Уравнение Шредингера | |
| Принцип неопределенности. | Принцип неопределенности. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Операторы. Операторы физических величин. Алгебра операторов. |
| Собственные функции и собственные значения линейных операторов. | Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Дискретный и непрерывный спектр. |
| Гамильтониан | Гамильтониан. Дифференцирование операторов по времени. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление операторов. |
| Импульс. | Импульс. Импульсное представление. Соотношение неопределенности Гейзенберга. |
| Уравнение Шредингера. | Уравнение Шредингера. Предельный переход к классической механике. Плотность потока. Вариационный принцип. |
| Общие свойства одномерного движения | Общие свойства одномерного движения. Потенциальная яма. Линейный осциллятор. Коэффициент прохождения. |

| | |
|--|---|
| Момент импульса. | Момент импульса. Собственные значения и собственные функции оператора момента. Сложение моментов. |
| Движение в центрально-симметричном поле | Движение в центрально-симметричном поле. Движение в кулоновом поле(сферические координаты). |
| Раздел 2. Квантовые статистики Ферми и Бозе | |
| Теория возмущений | Теория возмущений не зависящих от времени. Теория возмущений при наличии вырождения. |
| Теория возмущений зависящих от времени | Теория возмущений зависящих от времени. Переходы под действием возмущения действующего в течение конечного времени. |
| Волновая функция | Волновая функция в квазиклассическом случае. Граничные условия в квазиклассическом случае. |
| Правило квантования | Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Прохождение через потенциальный барьер. |
| Спин. | Спин. Оператор спина. Спиноры. Оператор конечных вращений. |
| Принцип неразличимости одинаковых частиц | Принцип неразличимости одинаковых частиц. Обменное взаимодействие. Вторичное квантование в случае статистики Бозе. |
| Вторичное квантование. в случае статистики Ферми | Вторичное квантование. в случае статистики Ферми. |
| Атомные уровни энергии | Атомные уровни энергии. Состояния электронов в атоме. Водородоподобные уровни энергии. |
| Метод Томаса -Ферми | Метод самосогласованного поля. Метод Томаса -Ферми. Периодическая система элементов Менделеева. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|---|------------------|--------|--------|-----------|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС+ конт | Всего |
| Раздел 1. Волновая функция. Уравнение Шредингера | 14 | | 7 | 15 | 45 |
| Принцип неопределенности. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Собственные функции и собственные значения линейных операторов. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Гамильтониан | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Импульс. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Уравнение Шредингера. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Общие свойства одномерного движения | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Момент импульса. | 1 | | 0,5 | 2 | 3,5 |
| Движение в центрально-симметричном | 1 | | 0,5 | 1 | 2,5 |

| | | | | | |
|--|----|--|-----|----|-----|
| поле | | | | | |
| Раздел 2. Квантовые статистики Ферми и Бозе | 14 | | 7 | 15 | 45 |
| Теория возмущений | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Теория возмущений зависящих от времени | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Волновая функция | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Правило квантования | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Спин. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| Принцип неразличимости одинаковых частиц | 1 | | 0,5 | 2 | 3,5 |
| Вторичное квантование. в случае статистики Ферми | 1 | | 0,5 | 1 | 2,5 |
| Атомные уровни энергии | 1 | | 0,5 | 1 | 2,5 |
| Метод Томаса -Ферми | 1 | | 0,5 | 1 | 2,5 |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР | 28 | | 14 | 30 | 72 |

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 4, семестр – 8

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|---|------------------|--------|--------|-----------|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС+ конт | Всего |
| Раздел 1. Волновая функция. Уравнение Шредингера | 2 | | 2 | 32 | 36 |
| Принцип неопределенности. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Собственные функции и собственные значения линейных операторов. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Гамильтониан | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Импульс. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Уравнение Шредингера. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Общие свойства одномерного движения | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Момент импульса. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Движение в центрально-симметричном поле | 0,6 | | 0,6 | 9,6 | 10,8 |
| Раздел 2. Квантовые статистики Ферми и Бозе | 2 | | 2 | 32 | 36 |
| Теория возмущений | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Теория возмущений зависящих от времени | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Волновая функция | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Правило квантования | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Спин. | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Принцип неразличимости одинаковых частиц | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Вторичное квантование. в случае статистики Ферми | 0,2 | | 0,2 | 3,2 | 3,6 |
| Атомные уровни энергии | 0,3 | | 0,3 | 4,8 | 5,4 |
| Метод Томаса -Ферми | 0,3 | | 0,3 | 4,8 | 5,4 |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР | 4 | | 4 | 64 | 72 |

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Волновая функция. Принцип суперпозиции.
2. Операторы. Алгебра операторов.
3. Операторы физических величин.
4. Собственные функции и собственные значения линейных операторов.
5. Дискретный и непрерывный спектр.
6. Гамильтониан.
7. Дифференцирование операторов по времени.
8. Стационарные состояния.
9. Гейзенберговское представление операторов.
10. Импульс.

Раздел 2

1. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
2. Уравнение Шредингера.
3. Предельный переход к классической механике.
4. Плотность потока.
5. Вариационный принцип.
6. Общие свойства одномерного движения.
7. Потенциальная яма.
8. Линейный осциллятор.
9. Коэффициент прохождения.
10. Момент импульса.
11. Собственные значения и собственные функции оператора момента.
12. Сложение моментов.
13. Движение в центрально-симметричном пол.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Алгебра операторов.
- Собственные функции и собственные значения линейных операторов
- Гамильтониан. Дифференцирование операторов по времени.
- Общие свойства одномерного движения. Потенциальная яма.
- Линейный осциллятор. Коэффициент прохождения.
- Момент импульса. Собственные значения и собственные функции оператора момента. Сложение моментов.
- Движение в центрально-симметричном поле. Движение в кулоновом поле(сферические координаты).
- Теория возмущений не зависящих от времени.
- Теория возмущений при наличии вырождения.
- Теория возмущений зависящих от времени.
- Переходы под действием возмущения действующего в течение конечного времени.
- Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Прохождение через потенциальный барьер.

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

7.3. Образец содержания экзаменационного билета

Донецкий государственный университет
Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

| | |
|-------------------------------|---|
| Программа высшего образования | Программа бакалавриата |
| Направление подготовки | 44.03.05 Педагогическое образование |
| Профиль подготовки | Физика и информатика |
| Форма обучения | Очная, заочная |
| Семестр | Шестой, восьмой |
| Дисциплина | Теоретическая физика (Квантовая механика) |

Экзаменационный билет № 1

1. Стационарные состояния.
2. Плотность потока.
3. Теория возмущений при наличии вырождения

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол № ____ от ____ 202_ г.

Заведующий кафедрой

Экзаменатор

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.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Форма обучения – очная, Семестр 6

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|------------------------------------|--|--------------------------------|
| 1-2 | Организационно-учебная работа в аудитории | 20 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Контрольные работы по практике | 10 |
| | Контрольная работа по теоретическому материалу | 20 |
| ИТОГО | | 60 |
| Промежуточная аттестация (экзамен) | | 40 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 8

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|------------------------------------|--|--------------------------------|
| 1-2 | Организационно-учебная работа в аудитории | 20 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Контрольные работы по практике | 10 |
| | Контрольная работа по теоретическому материалу | 20 |
| ИТОГО | | 60 |
| Промежуточная аттестация (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 | | зачтено |
| 60-69 | E | удовлетворительно | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения 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 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 теоретической физики и нанотехнологий (ауд. 256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования

ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Ландау, Лев Д. Теоретическая физика : В 10 т. : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 3 : Квантовая механика : Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М. : Наука, 2001. - 803 с.

2. Ландау, Лев Д. Краткий курс теоретической физики : [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Кн. 2 : Квантовая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - М. : Наука, 1972. - 368 с.

3. Ландау, Лев Д. Теоретическая физика : В 10 т. : Учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов. Т. 3 : Квантовая механика : Нерелятивистская теория / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; Под ред. Л. П. Питаевского. - 5-е изд. - М. : Физматлит, 2002. - 803 с.

4. Павленко, Ю. Г. Лекции по теоретической механике : [Учеб. для физ. фак. ун-тов] / Ю. Г. Павленко. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 336 с.

10.2. Дополнительная литература

1. Елютин, П. В. Квантовая механика с задачами : [Учеб. пособие для студентов физ. фак. вузов] / П. В. Елютин, В. Д. Кривченков ; Под ред. акад. Н. Н. Боголюбова. - 2-е изд. - М. : ФИЗМАТЛИТ : УНЦ довуз. образования МГУ, 2001. - 298,[2] с.

2. Давыдов, А. С. Квантовая механика : Учеб. пособие для ун-тов / А. С. Давыдов. - М. : Физматлит, 1963. - 748 с.

3. Липкин, Г. Квантовая механика : Новый подход к некоторым проблемам / Г. Липкин ; Пер. с англ. под ред. В. В. Толмачева. - М. : Мир, 1977. - 592 с.

11. 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим

доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. 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).