

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»

Физико-математический факультет

Кафедра физики и методики обучения физике

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая физика

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Физика. Информатика

Форма обучения: Очная

Разработчики: канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры Физики и методики обучения физике Карпунин В. В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 11 от 16.04.2020 года

Зав. кафедрой  Хвастунов Н. Н.

Программа с обновлениями рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 1 от 01.09.2020 года

Зав. кафедрой  Харитонов А. А.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - освоение основных физических положений и математического аппарата квантовой физики.

Задачи дисциплины:

- изучить фундаментальные эксперименты квантовой физики и их интерпретацию;
- использование содержательной линии дисциплины при реализации образовательных программ различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями
- использование содержательной линии дисциплины при проектировании содержаний образовательных программ и их элементов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина К.М.06.06 «Квантовая физика» изучается на 3 курсе, в 6 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знания основ общей физики.

Изучению дисциплины К.М. 06.06 «Квантовая физика» предшествует освоение дисциплин (практик):

К.М. 06.05 Оптика.

Освоение дисциплины К.М.06.06 «Квантовая физика» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

К.М. 06.08 Электродинамика и специальная теория относительности.

Область профессиональной деятельности, на которую ориентирует дисциплина «Квантовая физика», включает: образование, социальную сферу, культуру.

Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовится обучающийся, определены учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция в соответствии ФГОС ВО	
Индикаторы достижения компетенций	Образовательные результаты

--	--

проектный деятельность

ПК-3. Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.

педагогический деятельность

ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	знать: - как осуществляется отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий; уметь: - осуществлять отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий; владеть: - навыками отбора предметного содержания, методов, приемов и технологий.
ПК-3.4 Формирует познавательную мотивацию обучающихся к физике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.	знать: - как формируется познавательная мотивация обучающихся к физике и информатике; уметь: - осуществлять познавательную мотивацию обучающихся к физике и информатике; владеть: - навыками для формирования познавательной мотивацию обучающихся к физике и информатике.

проектный деятельность

ПК-6. Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов.

педагогический деятельность

проектный деятельность

ПК-6.1 Участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.	знать: - основные и дополнительные образовательные программы; уметь: - проектировать основные и дополнительные образовательные программы; владеть: - навыками проектирования основных и дополнительных образовательных программ.
---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр
Контактная работа (всего)	48	48
Лабораторные	16	16
Лекции	16	16
Практические	16	16
Самостоятельная работа (всего)	10	10
Виды промежуточной аттестации	14	14
Экзамен	14	14
Общая трудоемкость часы	72	72
Общая трудоемкость зачетные единицы	2	2

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. основы квантовой физики:

Трудности классической физики в объяснении явлений микромира. Равновесное излучение. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа». Формула Планка. Гипотеза квантов энергии. Планетарная модель атома и постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Упругие соударения. Неупругие соударения. Излучение возбужденных атомов. Поглощение и вынужденное излучение. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Серия Бальмера. Серия Лаймана. Спектральные термы. Комбинационный принцип. Квантование круговых орбит. Теория Бора. Принцип соответствия. Кризис теории Бора. Флуктуации светового поля. Фотон. Фотоэффект. Эффект Комптона. Элементарная теория эффекта Комптона. Волновой пакет. Фазовая и групповая скорость. Карпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де-Бройля. Свойства волн де-Бройля. Метод Лауэ и Дебая-Шеррера. Волновой пакет и частица. Статистическое толкование волн де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Природа микрочастиц. Опыты Бибермана, Сушкина и Фабриканта.

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его применение:

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений. Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов. Самосопряженные операторы. Волновая функция и ее свойства. Принцип суперпозиции. Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Примеры. Перестановочные соотношения. Неравенство Гейзенберга. Предельный переход к классической механике. Стационарное уравнение Шредингера. Уравнение движения в форме Гейзенберга. Частица в одномерной потенциальной яме бесконечной глубины. Частица в трехмерном потенциальном ящике. Вырождение. Линейный гармонический осциллятор. Потенциальный барьер конечной ширины. Туннельный эффект. Оператор момента импульса. Свойства оператора момента импульса. Собственные функции и собственные значения операторов проекции и квадрата момента импульса. Основное состояние водородоподобного атома. Атом водорода в общем

случае.

Раздел 3. Экзамен:

Все рассмотренные вопросы на занятиях.

5.2. Содержание дисциплины: Лекции (16 ч.)

Раздел 1. основы квантовой физики (8 ч.)

Тема 1. Излучение черного тела (2 ч.)

Изучение темы излучение черного тела.

Тема 2. Фотоэффект (2 ч.)

Изучение фотоэффекта

Тема 3. Эффект Комптона (2 ч.)

Изучение эффекта Комптона

Тема 4. Планетарная модель атома (2 ч.)

Планетарная модель атома Резерфорда. Дифференциальное сечение рассеяния (формула Резерфорда)

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его применение (8 ч.)

Тема 5. Уравнение Шредингера (2 ч.)

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений.

Тема 6. Операторы (2 ч.)

Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов.

Самосопряженные операторы. Волновая функция и ее свойства. Принцип суперпозиции.

Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Примеры.

Перестановочные соотношения

Тема 7. Гармонический осциллятор (2 ч.)

Спектр и волновые функции гармонического осциллятора

Тема 8. Атом водорода (2 ч.)

Спектр и волновые функции атома водорода

5.3. Содержание дисциплины: Практические (16 ч.)

Раздел 1. основы квантовой физики (8 ч.)

Тема 1. Излучение черного тела (2 ч.)

Законы излучения черного тела. Формула Планка.

Тема 2. Фотоэффект (2 ч.)

Понятие фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Законы фотоэффекта.

Тема 3. Эффект Комптона (2 ч.)

Теория эффекта Комптона. Сечение рассеяния эффекта Комптона.

Тема 4. Планетарная модель атома (2 ч.)

Планетарная модель атома Резерфорда. Дифференциальное сечение рассеяния (формула Резерфорда)

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его применение (8 ч.)

Тема 5. Уравнение Шредингера (2 ч.)

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений.

Тема 6. Операторы (2 ч.)

Линейные операторы. Собственные функции и собственные значения линейных операторов.

Самосопряженные операторы. Волновая функция и ее свойства. Принцип суперпозиции.

Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Примеры.

Перестановочные соотношения

Тема 7. Гармонический осциллятор (2 ч.)

Спектр и волновые функции гармонического осциллятора

Тема 8. Атом водорода (2 ч.)

Спектр и волновые функции атома водорода

5.4. Содержание дисциплины: Лабораторные (16 ч.)

Раздел 1. основы квантовой физики (8 ч.)

Тема 1. Излучение черного тела (2 ч.)

Законы излучения черного тела. Формула Планка.

Тема 2. Опыт Франка Герца (2 ч.)

Опыт подтверждает дискретность атомных состояний.

Тема 3. Планетарная модель атома (2 ч.)

Планетарная модель атома Резерфорда. Дифференциальное сечение рассеяния (формула Резерфорда)

Тема 4. Фотоэффект (2 ч.)

Понятие фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Законы фотоэффекта.

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его применение (8 ч.)

Тема 5. Уравнение Шредингера (2 ч.)

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений.

Тема 6. Частица в прямоугольной яме (2 ч.)

Спектр и волновые функции частицы в прямоугольной яме

Тема 7. Гармонический осциллятор (2 ч.)

Спектр и волновые функции гармонического осциллятора

Тема 8. Атом водорода (2 ч.)

Спектр и волновые функции атома водорода

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (разделу)

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Шестой семестр (10 ч.)

Раздел 1. основы квантовой физики (6 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 1.14, 1.18, 1.19, 1.20, 1.21

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. №1.22, 1.23, 1.24, 1.25, 1.26

Раздел 2. Уравнение Шредингера и его применение (4 ч.)

Вид СРС: *Решение задач

Решить задачи из задачника Иродова И.Е. № 2.57, 2.66, 2.82, 2.83, 2.85, 2.89

7. Тематика курсовых работ(проектов)

1 Изучение туннельного эффекта для описания альфа распада.

2 Использование средств компьютерной математики для исследования корпускулярных свойств электромагнитного излучения.

3 Использование средств компьютерной математики для исследования волновых свойств частиц.

4 Использование средств компьютерной математики для исследования уравнения Шредингера.

5 Использование средств компьютерной математики для исследования туннельного эффекта.

6 Изучение коммутационных соотношений основных операторов квантовой физики.

7 Исследование энергетического спектра электронов объемного полупроводника.

8. Оценочные средства

8.1. Компетенции и этапы формирования

№ п/п	Оценочные средства	Компетенции, этапы их формирования
1	Предметно-методический модуль	ПК-6, ПК-3.
2	Психолого-педагогический модуль	ПК-3.
3	Предметно-технологический модуль	ПК-6, ПК-3.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Шкала, критерии оценивания и уровень сформированности компетенции			
2 (не зачтено) ниже	3 (зачтено)	4 (зачтено) базовый	5 (зачтено)

порогового	пороговый		повышенный
ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса			
ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.			
Демонстрирует фрагментарное знание содержания курса квантовой физики, и не способен применять знания в практической деятельности.	Демонстрирует уверенные знания курса, но отбор тематик для создания контента не всегда отличается продуманностью.	Демонстрирует уверенные знания курса квантовой физики, методически грамотно осуществляет отбор тематик для создания контента. Создаваемый контент не всегда отличается высоким качеством с содержательной и технологической сторон.	Демонстрирует уверенные знания курса квантовой физики, методически грамотно осуществляет отбор тематик для создания контента. Создаваемый контент отличается высоким качеством с содержательной и технологической сторон.
ПК-3.3 Проектирует план-конспект / технологическую карту урока.			
Не способен проектировать план-конспект / технологическую карту урока.	В целом успешно, но бессистемно проектирует план-конспект / технологическую карту урока.	В целом успешно, но с отдельными недочетами проектирует план-конспект / технологическую карту урока.	Способен в полном объеме проектирует план-конспект / технологическую карту урока.
ПК-6 Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов			
ПК-6.2 Проектирует рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».			
Демонстрирует фрагментарное знание курса квантовой физики	Демонстрирует уверенные знания квантовой физики.	Демонстрирует хорошие знания в области квантовой физики.	Демонстрирует отличные знания в области квантовой физики.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено	Ниже 60%

8.3. Вопросы промежуточной аттестации

Шестой семестр (Экзамен, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-6.2)

1. Сформулировать законы фотоэффекта. Ввести понятие фотона. Записать уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснить его физический смысл.
2. Записать определение волнового пакета, фазовой и групповой скорости. Вывести выражения для фазовой и групповой скорости.
3. Расскажите о излучении черного тела, о формуле Планка
4. Вывести формулы, описывающие серию Бальмера и серию Лаймана. Ввести понятие о

спектральных термах. Сформулировать комбинационный принцип Ритца.

5. Рассказать теорию Бора атома водорода. Вывести формулу энергии атома водорода. Перечислить недостатки теории Бора.

6. Сформулировать закон Стефана – Больцмана и закон смещения Вина. Вывести формулу Стефана – Больцмана и формулу Вина.

7. Рассказать о рентгеновском излучении. Объяснить эффект Комптона. Вывести формулу Комптона

8. Вывести формулу Планка по Эйнштейну. Сформулировать понятие спонтанных и вынужденных переходов.

9. Сформулировать принцип неопределенности Гейзенберга. Объяснить его физический смысл.

10. Вывести формулу Рэлея-Джинса. Объяснить понятие «ультрафиолетовая катастрофа». Вывести формулу Вина.

11. Сформулировать физический смысл волновой функции. Записать уравнение Шредингера и объяснить его физический смысл.

12. Рассказать о линейном гармоническом осцилляторе. Вывести энергетический спектр и собственные функции линейного гармонического осциллятора.

13. Записать оператор момента импульса. Перечислить свойства оператора момента импульса.

14. Решить задачу о частице в одномерной прямоугольной яме. Вывести энергетический спектр и собственные функции этой задачи.

15. Рассказать о движении частицы в центрально–симметричном поле. Записать собственные функции и собственные значения операторов проекции и квадрата момента импульса.

16. Сформулировать гипотезу де-Бройля. и записать свойства волн де-Бройля.

17. Записать принцип Паули.

18. Рассказать о квантовых числах и квантовых состояниях электрона в атоме. Вывести радиальные функции.

19. Рассказать о туннельном эффекте. Вывести выражение коэффициента прохождения для прямоугольного барьера.

20. Расскажите о линейных операторах, о собственных функциях и собственных значениях линейных операторов.

21. Расскажите о самосопряженных операторах.

22. Расскажите о волновой функции и ее свойствах, о принципе суперпозиции

23. Расскажите об операторах физических величин, о средних значениях физических величин.

24. Объяснить корпускулярно-волновой дуализм.

25. Рассказать о сферической функции.

26. Расскажите о природе микрочастиц. Расскажите об опыте Бибермана, Сушкина и Фабриканта.

27. Расскажите об Опыте Франка и Герца, о Упругих соударениях, о Неупругих соударениях.

28. Расскажите о Планетарной модели атома

29. Выведите формулу Резерфорда дифференциального сечения рассеяния

30. Расскажите об открытии электрона

31. Расскажите о недостатках теории Резерфорда по сравнению с теорией Шредингера

32. Расскажите о Боровском радиусе в теории Шредингера

33. Расскажите о коммутаторах

34. Расскажите об изменении во времени оператора

8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен служит формой проверки усвоения учебного материала практических и семинарских занятий, готовности к практической деятельности, успешного выполнения студентами лабораторных и курсовых работ, производственной и учебной практик и выполнения в процессе этих практик всех учебных поручений в соответствии с утвержденной программой.

При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Собеседование (устный ответ) на экзамене.

Для оценки сформированности компетенции посредством собеседования (устного ответа) студенту предварительно предлагается перечень вопросов или комплексных заданий, предполагающих умение ориентироваться в проблеме, знание теоретического материала, умения применять его в практической профессиональной деятельности, владение навыками и приемами выполнения практических заданий.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Виноградова, Н.Б. Квантовая физика: лабораторный практикум / Н.Б. Виноградова ; Московский педагогический государственный университет. – Москва : Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2015. – 148 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469718>
2. Волновая оптика и квантовая физика : учебное пособие / О.И. Кондратьева, И.А. Старостина, С.А. Казанцев, Е.В. Бурдова ; Федеральное агентство по образованию, Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 160 с. : ил.,табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258948>
3. Григорьев, Ю.М. Физика атома и атомных явлений : учебное пособие / Ю.М. Григорьев, И.С. Кычкин ; Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова. - Москва : Физматлит, 2015. - 367 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 361 - ISBN 978-5-9221-1605-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457657>
4. Основы квантовой физики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Е.А. Коротаев [и др.]. — Электрон. дан. — Воронеж : ВГПУ, 2017. — 164 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105506>.
5. Репетитор по физике: квантовая механика : учебное пособие / сост. В.Я. Чечуев, С.В. Викулов ; Новосибирский государственный аграрный университет, Инженерный институт. - Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. - 62 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458696>
6. Сарина, М.П. Квантовая физика : учебное пособие : [16+] / М.П. Сарина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 131 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575024>

Дополнительная литература

1. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-00101-685-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135493>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://fismat.ru> - Физика, электротехника - лекции, задачи, примеры. Электростатика, оптика, атомная и ядерная физика.

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо: – спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины; – конкретизировать для себя план изучения материала; – ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины. Сценарий изучения курса: – проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий; – изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета. Алгоритм работы над каждой темой: – изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам; – прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем; – выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к зачету; – составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии; – выучите определения терминов, относящихся к теме;

– продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме; – подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы; – продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию. Рекомендации по работе с литературой: – ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника; – составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету; – выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде. На лабораторных занятиях при решении наиболее сложных задач используется wolfram alpha. Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе 1С:Университет.

12.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

12.2 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn----8sbldzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Электронная библиотечная система Znanium.com (<http://znanium.com/>)
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной

информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лаборатория оптики и квантовой физики. (№113).

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Лабораторное оборудование:

Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках, Установка для изучения температурной зависимости электропроводности металлов и п/п, Установка для изучения абсолютно черного тела, Установка для изучения внешнего фотоэффекта и измерения постоянной Планка, Установка для изучения спектра атома водорода, Установка для определения длины пробега альфа-частиц, Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов, № 101 б.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 12 шт., мультимедийный проектор 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями