

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н. Корель И. И.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовый компьютер

Образовательная программа: 12.04.02 Опотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

Курс: 1, семестр : 2

Физико-технический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	60
4	Лекции, час.	0
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	4
10	Самостоятельная работа, час.	48
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КР
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

ФГОС введен в действие приказом №1410 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 28.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.02 Оптотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ОИТ, протокол заседания кафедры №_____ от 20.06.2017

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 3 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.ф-м.н. Бетеров И. И.

Заведующий кафедрой:

д.т.н. Лабусов В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заместитель заведующего кафедрой Дубнищев Ю. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи; в части следующих результатов обучения:
31. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; в части следующих результатов обучения:
31. знать методы проведения анализа состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Квантовый компьютер</i>	
ПК.2.31 знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	
1. об истории развития основных положений квантовой механики и современном состоянии исследований в этой области, принципах работы квантового компьютера, о физических явлениях, лежащих в основе его функционирования;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2. об основных понятиях квантовой теории информации;	Лабораторные работы
ПК.6.31 знать методы проведения анализа состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	
3. об основных требованиях к реализации любого полномасштабного квантового компьютера;	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.2.31 знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	
4. о перспективе развития теории квантовых вычислений, моделировании квантовых систем;	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.31 знать методы проведения анализа состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	
5. понятийный аппарат (терминологию) дисциплины;	Практические занятия; Лабораторные работы
6. предмет курса: методы описания квантовых вычислений, общие представления об использовании математического аппарата для описания физических процессов;	Практические занятия; Лабораторные работы
ПК.2.31 знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	
7. общие понятия об основных элементах квантовой теории информации: неклонируемость квантового состояния, плотное кодирование, квантовая телепортация, квантовая криптография;	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

8.объяснить особенности работы квантового компьютера.	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
---	---

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Основы классической теории информации				
1. Введение. Классическая теория информации. Типы вычислительных машин: аналоговые вычислительные автоматы, оптические аналоговые вычислительные машины, классический компьютер, их особенности. Принципы функционирования классического компьютера.	0	2	1, 3, 4, 5	Введение. Классическая теория информации
2. Специфика физики микрообъектов. Физические основы квантовой механики: принципиальные эксперименты по интерференции и рассеянию квантовых частиц, амплитуда вероятности переходов. Правила работы с амплитудами, различимые и неразличимые альтернативы.	0	2	2, 5, 6, 8	Специфика физики микрообъектов
Дидактическая единица: Основы квантовой механики				
4. Квантовые частицы и их характеристики: спин, поляризация фотона. Основы строения атома.	0	2	5, 6, 7	Квантовые частицы и их характеристики: спин, поляризация фотона. Основы строения атома.
5. Экскурс в историю создания квантовой механики. Проблемы "квантового" описания реальности.	0	2	1, 5, 7	Экскурс в историю создания квантовой механики. Проблемы "квантового" описания реальности
Дидактическая единица: Квантовый компьютер				
7. Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями.	0	4	5, 6	Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями.
8. Общее представление структуры квантового компьютера. Декогеренция, обратимость физических процессов, вычислительная схема без диссипации энергии.	0	2	2, 3, 4, 8	Общее представление структуры квантового компьютера. Декогеренция, обратимость физических процессов, вычислительная схема без диссипации энергии.
10. Квантовый компьютер на квантовых точках.	0	4	3, 8	Квантовый компьютер на квантовых точках.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Основы классической теории информации				
1. Принцип суперпозиции состояний. Базисные состояния. Измерения в квантовой механике.	4	4	5, 6, 7	Принцип суперпозиции состояний. Базисные состояния. Измерения в квантовой механике.
Дидактическая единица: Основы квантовой механики				
2. Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись.	4	4	5, 6	Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись.
Дидактическая единица: Основы классической теории информации				
3. Принцип суперпозиции состояний. Базисные состояния. Измерения в квантовой механике.	0	4	5, 6, 7	Принцип суперпозиции состояний
Дидактическая единица: Основы квантовой механики				
3. Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями.	6	8	5, 6	Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями.
6. Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись.	0	8	5, 6	Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись.
Дидактическая единица: Квантовый компьютер				
9. Основные представления о способе реализации квантового компьютера на ионах в силовых ловушках. Лазерное охлаждение ионов.	0	4	3, 8	Основные представления о способе реализации квантового компьютера на ионах в силовых ловушках. Лазерное охлаждение ионов.
11. Обзор состояния дел на текущий момент.	4	4	3, 8	Обзор состояния дел на текущий момент.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Курсовая работа	3, 4	20	0
: Гринберг Я. С. Элементарное введение в основы квантовой информатики (физические аспекты) : учебное пособие / Я. С. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 59 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Grinberg.rar				
2	Подготовка к занятиям	1, 3	20	4
: Гринберг Я. С. Элементарное введение в основы квантовой информатики (физические аспекты) : учебное пособие / Я. С. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 59 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Grinberg.rar				
3	Подготовка к аттестации	7, 8	8	0

: Гринберг Я. С. Элементарное введение в основы квантовой информатики (физические аспекты) : учебное пособие / Я. С. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 59 с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Grinberg.rar

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Лабораторная:</i>	10	20
<i>Практические занятия:</i>	10	20
<i>Курсовая работа:</i>	0	20
<i>Экзамен:</i>	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита КП/КР	Экзамен
ПК.2	31. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	+	+
ПК.6	31. знать методы проведения анализа состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Гуц А. К. Основы квантовой кибернетики / А. К. Гуц ; Ом. гос. ун-т им. Ф. М. Достоевского. - Омск, 2008. - 203 с. : ил. - Авт. указан на обл.
2. Элементарное введение в квантовые вычисления: Учебное пособие/ПерриР. - Долгопрудный: Интеллект, 2015. - 208 с.: 60х90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-91559-165-2, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=525928> - Загл. с экрана.
3. Трофимова Т. И. Курс физики. Задачи и решения : [учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям] / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. - М., 2011. - 590, [1] с. : ил.
4. Фейнман Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 7 : [полный курс общей физики] / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс ; пер. с англ. А. В. Ефремова, Ю. А. Симонова ; под ред. Я. А. Смородинского. - М., 2010. - 273 с. : ил.

Дополнительная литература

1. Тарасов Л. В. Основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Л. В. Тарасов. - М., 1978. - 286, [1] с. : ил.
2. Физика [Электронный ресурс]. Т. I : 32 книги в PDF-формате. - Ижевск, 2005. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с контейнера.
3. Научно-популярная литература [Электронный ресурс] : 32 книги в PDF-формате. - Ижевск, 2004. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с контейнера.
4. Гельфанд И. М. Лекции по линейной алгебре / И. М. Гельфанд. - М., 2007. - 319 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Гринберг Я. С. Элементарное введение в основы квантовой информатики (физические аспекты) : учебное пособие / Я. С. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 59 с. : ил. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2006/06_Grinberg.rar
2. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. - СПб. [и др.], 2011. - 313 с. : граф., схемы
3. Чертов А. Г. Задачник по физике : [учебное пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - М., 2008. - 640 с. : ил.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	для демонстрации лекционного материала

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра оптических информационных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФТФ
к.ф-м.н., доцент И.И. Корель
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовый компьютер

Образовательная программа: 12.04.02 Оптотехника, магистерская программа: Оптические системы локации, связи и обработки информации

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Квантовый компьютер приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2/НИ способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	з1. знать математические модели объектов исследования и численные методы их моделирования, разработки нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Введение. Классическая теория информации. Типы вычислительных машин: аналоговые вычислительные автоматы, оптические аналоговые вычислительные машины, классический компьютер, их особенности. Принципы функционирования классического компьютера. Квантовые частицы и их характеристики: спин, поляризация фотона. Основы строения атома. Общее представление структуры квантового компьютера. Декогеренция, обратимость физических процессов, вычислительная схема без диссипации энергии. Основные представления о способе реализации квантового компьютера на ионах в силовых ловушках. Лазерное охлаждение ионов. Специфика физики микрообъектов. Физические основы квантовой механики: принципиальные эксперименты по интерференции и рассеянию квантовых частиц, амплитуда вероятности переходов. Правила работы с амплитудами, различимые и неразличимые альтернативы. Экскурс в историю создания квантовой механики. Проблемы "квантового" описания реальности.	Курсовая работа, разделы 1, 4	Экзамен, вопросы 1-8
ПК.6/ПК способность к анализу состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных	з1. знать методы проведения анализа состояния научно-технической проблемы, технического задания и постановке цели и задач проектирования оптических и оптико-электронных приборов, систем и	Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями. Квантовые частицы и их характеристики: спин, поляризация фотона. Основы строения атома. Общее представление структуры квантового компьютера. Декогеренция, обратимость	Курсовая работа, разделы 2,3	Экзамен, вопросы 9-18

приборов, систем и комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	комплексов на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	физических процессов, вычислительная схема без диссипации энергии. Основные представления о способе реализации квантового компьютера на ионах в силовых ловушках. Лазерное охлаждение ионов. Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись. Представление Шредингера. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись. Принцип суперпозиции состояний. Базисные состояния. Измерения в квантовой механике. Специфика физики микрообъектов. Физические основы квантовой механики: принципиальные эксперименты по интерференции и рассеянию квантовых частиц, амплитуда вероятности переходов. Правила работы с амплитудами, различные и неразличимые альтернативы.		
--	---	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.6/ПК.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является курсовая работа. Требования к выполнению курсовой работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсовой работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.6/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра оптических информационных технологий

Паспорт экзамена

по дисциплине «Квантовый компьютер», 2 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: из приведенного ниже списка выбирается два вопроса. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4)..

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Квантовый компьютер»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит

комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Квантовый компьютер»

1. Типы вычислительных машин: аналоговые вычислительные автоматы, оптические аналоговые вычислительные машины, классический компьютер, их особенности.
2. Принципы функционирования классического компьютера.
3. Специфика физики микрообъектов.
4. Физические основы квантовой механики: принципиальные эксперименты по интерференции и рассеянию квантовых частиц, амплитуда вероятности переходов.
5. Правила работы с амплитудами, различимые и неразличимые альтернативы.
6. Принцип суперпозиции состояний. Базисные состояния.
7. Измерения в квантовой механике.
8. Квантовые частицы и их характеристики: спин, поляризация фотона.
9. Основы строения атома.
10. Проблемы "квантового" описания реальности.
11. Представление Шредингера.
12. Векторное пространство, кет, бра вектора, линейные операции, матричная запись.
13. Гильбертово пространство, анализ экспериментов по интерференции и рассеянию квантовых частиц, суперпозиционное состояние, переходы между уровнями.
14. Общее представление структуры квантового компьютера.
15. Декогеренция, обратимость физических процессов, вычислительная схема без диссипации энергии.
16. Основные представления о способе реализации квантового компьютера на ионах в силовых ловушках.
17. Лазерное охлаждение ионов.
18. Квантовый компьютер на квантовых точках

Паспорт курсовой работы

по дисциплине «Квантовый компьютер», 2 семестр

1. Методика оценки.

Задание: Провести научное исследование одного из вопросов, указанных в перечне предлагаемых тем.

Структура:

1. Введение
2. Обзор литературы
3. Теоретическая часть
4. Заключение

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все задания, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если некоторые части задания выполнены формально: анализ объекта выполнен без декомпозиции, диагностические признаки недостаточно обоснованы, аппаратные средства не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны, но не оптимизированы, аппаратные средства выбраны без достаточного обоснования, оценка составляет 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, признаки и параметры диагностирования обоснованы, алгоритмы разработаны и оптимизированы, выбор аппаратных средств обоснован, оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. Зависимость амплитуд от времени. «Прецессия» частицы со спином $\frac{1}{2}$.
2. Квантовые системы с двумя состояниями.
3. Сверхтонкое расщепление в водороде.
4. Переходы в двухуровневой системе при резонансе.
5. Состояния поляризации фотона.
6. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена.
7. Телепортация, алгоритм процесса.
8. Коррекция квантовых ошибок, алгоритм процесса.
9. Схема структуры квантового компьютера.