



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
В.Р. Храмшин

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ

Направление подготовки (специальность)
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль/специализация) программы
Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

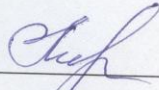
Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Вычислительной техники и программирования
Курс	4
Семестр	8

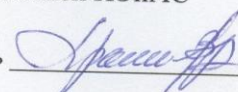
Магнитогорск
2021 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 929)

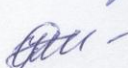
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования
20.01.2021, протокол № 6

Зав. кафедрой  О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
03.03.2021 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ВТиП, канд. техн. наук  Ю.В. Кочержинская

Рецензент:

начальник отдела технологических платформ ООО "Компас Плюс", канд. техн. наук
Д.С. Сафонов



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Вычислительной техники и программирования

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ О.С. Логунова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Квантовая информатика – новый раздел науки, посвященный использованию квантовых объектов для обработки и передачи информации. В настоящее время большие усилия прикладываются к разработке квантового компьютера. Создаются квантовые элементы, строятся квантовые алгоритмы и разрабатывается архитектура квантового

компьютера. Другое перспективное направление квантовой информатики – квантовая криптография. Квантовые методы передачи гарантируют невозможность расшифровки сообщения. Идея создания перепутанных состояний, высказанная в свое время Эйнштейном, Подольским и Розеном, позволяет передавать сообщения по квантовому каналу – без

непосредственной связи между передатчиком и приемником. Однако один бит информации должен быть при этом передан по классическому каналу.

Целью изучения дисциплины является развитие способности к формализации и алгоритмизации поставленных задач, к написанию программного кода с использованием языков элементов квантовой информатики.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы квантовой информатики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Паттерное программирование

Теория языков программирования

Теория вычислительных процессов

Методы управления знаниями

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Человеко-машинное взаимодействие

Логическое программирование

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы квантовой информатики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-6	Способность к формализации и алгоритмизации поставленных задач, к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными и оформлению программного кода в соответствии установленными требованиями
ПК-6.1	Оценивает качество математической модели при формализации задачи предметной области
ПК-6.2	Оценивает качество разработанных алгоритмов для последующего кодирования
ПК-6.3	Оценивает выбор программных средств для программирования и манипулирования данными в соответствии установленными требованиями

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 57,3 акад. часов;
- аудиторная – 56 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,3 акад. часов;
- самостоятельная работа – 50,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные принципы квантовой информатики								
1.1 Кубит	8	2	2/2И		4	1. Подготовка к лабораторному работе. 2. Самостоятельное изучение учебной литературы.	Беседа. Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.2 Однокубитовые логические элементы		2	4/4И		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы.	Опрос. Выполнение лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		4	6/6И		8			
2. Примеры однокубитовых элементов								
2.1 Логический элемент NOT	8	2	4/4И		4	Изучение примеров. Подготовка к выполнению лабораторной работы.	Устная беседа. Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2.2 Логический элемент Z и Адамара H и			1/2И			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Устная беседа. Проверка выполнения лабораторной работы.	
2.3 Логический элемент Y и ПИ/8		2	3		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Опрос. Проверка выполнения лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2.4 Логические элементы S и F		2	4		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Коллоквиум. Проверка выполнения лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

Итого по разделу		6	12/6И		12			
3. Двухкубитовые системы								
3.1 Двухкубитовые состояния и операторы	8	2			4	Подготовка к лабораторной работе	Проверка выполнения лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2
3.2 Двухкубитовый квантовый логический элемент CNOT. Попытка копирования неизвестного кубита с помощью двухкубитового квантового элемента		2	4		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы.	Устная беседа Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		4	4		8			
4. Квантовые схемы								
4.1 Однокубитовые квантовые схемы, построенные из одинаковых элементов	8	2	2		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Проверка лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
4.2 Однокубитовые квантовые схемы, построенные из разных элементов		2	4		4	Подготовка к лабораторной работе	Проверка лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
4.3 Двухкубитовые квантовые схемы. Двухкубитовые квантовые схемы.		2	4		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Проверка лабораторной работы Коллоквиум	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		6	10		12			
5. Прикладные аспекты квантовой информатики								
5.1 Алгоритм распознавания функций (алгоритм Дойча) Сверхплотное кодирование Квантовая телепортация	8	4			10,7	Подготовка к докладу. Подготовка презентации к докладу	Выступление с докладом	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		4			10,7			
Итого за семестр		24	32/12И		50,7		зао	
Итого по дисциплине		24	32/12И		50,7		зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины "Информатика" используются традиционные технологии и специализированные интерактивные технологии.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности аспирантов.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-конференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы со знаниями в различных предметных областях.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Чивилихин, С.А. Квантовая информатика. Учебное пособие / С.А. Чивилихин - СПб.: СПбГУ, 2009. 08 с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/626.pdf>

2. Калачев, А.А. Квантовая информатика в задачах: учеб.-метод. пос. / А.А. Калачев. - Казань: Казан. ун-т, 2012. 48 с.: ил. Режим доступа: https://kpfu.ru/docs/F1654949430/PROBLEMS_Kalachev.pdf

б) Дополнительная литература:

1. Мазуренко, Ю.Т. КВАНТОВАЯ ИНФОРМАТИКА. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ. Учебное пособие / Ю.Т. Мазуренко, С.А.Чивилихин, А.И. Трифанов, В.В. Орлов, В.И. Егоров. – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 58с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/629.pdf>.

2. Квантовая модель вычислений глазами классического программиста / С.С.Андреев [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша.2018. № 178. 30 с. doi:10.20948/prepr-2018-178 URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-178>

в) Методические указания:

1. Калачев, А.А. Квантовая информатика в задачах: учеб.-метод. пос. / А.А.

Калачев. - Казань: Казан. ун-т, 2012. 48 с.: ил. Режим доступа: https://kpfu.ru/docs/F1654949430/PROBLEMS_Kalachev.pdf

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Project Prof 2019(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office Visio Prof 2019(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
AnyLogic University	Д-895-14 от 14.07.2014	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Лекционная аудитория ауд. 282. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

2. Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ». Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области информатики и вычислительной техники.

3. Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки. Все классы УИТ и АСУ с персональными компьютерами, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Аудиторий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Ауд. 282 и классы УИТ и АСУ.

5. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и наличием доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Классы УИТ и АСУ.

6. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Центр информационных технологий – ауд. 372

Приложение 1.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Основы квантовой информатики» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ.

Лабораторные работы находятся в электронном источнике:

1. Калачев, А.А. Квантовая информатика в задачах: учеб.-метод. пос. / А.А. Калачев. - Казань: Казан. ун-т, 2012. 48 с.: ил. Режим доступа: https://kpfu.ru/docs/F1654949430/PROBLEMS_Kalachev.pdf.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-6: Способность к формализации и алгоритмизации поставленных задач, к написанию программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными и оформлению программного кода в соответствии установленными требованиями		
ПК-6.1	Оценивает качество математической модели при формализации задачи предметной области	Найдите верное утверждение: 1) квант – это то же самое, что субатомная частица; например, протон можно назвать квантом атомного ядра; 2) квантом называют минимально возможную порцию энергии, например, электромагнитного излучения
		Выберите верное описание принципа неопределенности: 1) из-за квантово-волнового дуализма координаты квантового объекта нельзя измерить точнее определенного предела, который зависит от длины волны; 2) для одного квантового объекта можно точно знать либо координату, либо скорость. Точность измерений зависит от массы объекта и постоянной Планка.
		Что такое квантовая суперпозиция? 1) наложение, смешивание друг с другом двух или больше квантовых объектов. Например, можно говорить о суперпозиции электронов; 2) взаимодействие электромагнитных волн, в результате которого они могут усиливать или гасить друг друга; 3) «неопределенное» состояние квантового объекта, который после измерения может с одной вероятностью оказаться в одном состоянии, и с другой – во втором
ПК-6.2	Оценивает качество разработанных алгоритмов для последующего кодирования	Где правильно описана суть квантовой телепортации? 1) это способность частиц преодолевать потенциальный барьер, «телепортироваться» сквозь него; 2) квантовые объекты благодаря явления квантовой запутанности могут обмениваться состояниями: состояние одной частицы может быть

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		«трансплантировано» на другую. Что обеспечивает квантовая криптография? 1) это шифр, основанный на использовании спинов электронов, Она позволяет обнаружить несанкционированное «прослушивание» канала связи; 2) её преимуществом является высокая скорость передачи закодированных в данных Какое утверждение неверно? 1) основной элемент атомных часов – лазер, колебания атомов которого и позволяют точно измерять время; 2) колебания маятника часов описывается законами классической механики; 3) осциллятор — основной элемент любого устройства для измерения времени
ПК-6.3	Оценивает выбор программных средств для программирования и манипулирования данными в соответствии установленными требованиями	В чем состоит принцип действия квантовых вычислительных устройств? 1) в использовании для кодирования информации квантовых свойств электронов – спинов; 2) в применении квантовых битов, которые могут находиться в состоянии суперпозиции. Чем отличаются квантовые компьютеры от квантовых симуляторов? 1) это два поколения квантовых вычислительных устройств. Они отличаются только быстродействием, но не принципами устройства; 2) квантовые компьютеры могут обрабатывать только один тип алгоритмов – алгоритмы Шора, симуляторы не имеют таких ограничений; 3) симуляторы – квантовые устройства, способные моделировать только один тип процессов и решать один тип задач, тогда как квантовые компьютеры – универсальны; 4) квантовые симуляторы – классические компьютеры, которые в ограниченных масштабах воспроизводят вычисления, возможные на квантовых компьютерах Выберите главное на сегодняшний день препятствия

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		для создания универсального квантового компьютера. 1) квантовые биты не сохраняют свои состояния достаточно долго из-за теплового шума; 2) для квантовых компьютеров пока нет подходящих задач; 3) отсутствие достаточно дешевых и компактных систем охлаждения

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы квантовой информатики» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.