



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

10.02.2023 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  
2023 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  
08.02.2023, протокол № 5  
Зав. кафедрой

 О.С. Логунова

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
10.02.2023 г. протокол № 7  
Председатель

 В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ВТиП, канд. техн. наук

 Ю.В. Кочержинская

Рецензент:  
Директор НИИ «Промбезопасность», канд. техн. наук

 М.Ю. Наркевич

## Лист актуализации рабочей программы

---

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

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 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 2027 - 2028 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:

Методы управления знаниями

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

Человеко-машинное взаимодействие

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		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Беседа. Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.2 Однокубитовые логические элементы		2	4		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Опрос. Выполнение лабораторной работы	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
Итого по разделу		4	6		8			
2. Примеры однокубитовых элементов								
2.1 Логический элемент NOT	8	2	4		4	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			2			Подготовка к выполнению лабораторной работы	Устная беседа. Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
2.3 Логический элемент Y и ПИ/8		2	2		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 Ф		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		12			
3. Двухкубитовые системы								

3.1 Двухкубитовые состояния и операторы	8	2			4	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Проверка выполнения лабораторной работы.	ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
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 выполнению лабораторной работы	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		50,7		зао	
Итого по дисциплине		24	32		50,7		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины "Основы квантовой информатики" 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 лично 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](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](https://kpfu.ru/docs/F1654949430/PROBLEMS_Kalachev.pdf)

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
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
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: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

**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. 379

**Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося**

Мазуренко Ю.Т., Чивилихин С.А., Трифанов А.И., Орлов В.В., Егоров В.И. КВАНТОВАЯ ИНФОРМАТИКА. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ. Учебное пособие, – СПб: СПбГУИТМО, 2009. – 58с.

## Приложение 2. 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	<p>Найдите верное утверждение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) квант – это то же самое, что субатомная частица; например, протон можно назвать квантом атомного ядра;</li> <li>2) квантом называют минимально возможную порцию энергии, например, электромагнитного излучения</li> </ol> <hr/> <p>Выберите верное описание принципа неопределенности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) из-за квантово-волнового дуализма координаты квантового объекта нельзя измерить точнее определенного предела, который зависит от длины волны;</li> <li>2) для одного квантового объекта можно точно знать либо координату, либо скорость. Точность измерений зависит от массы объекта и постоянной Планка.</li> </ol> <hr/> <p>Что такое квантовая суперпозиция?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наложение, смешивание друг с другом двух или больше квантовых объектов. Например, можно говорить о суперпозиции электронов;</li> <li>2) взаимодействие электромагнитных волн, в результате которого они могут усиливать или гасить друг друга;</li> <li>3) «неопределенное» состояние квантового объекта, который после измерения может с одной вероятностью оказаться в одном состоянии, и с другой – во втором</li> </ol>
ПК-6.2	Оценивает качество разработанных алгоритмов для последующего	<p>Где правильно описана суть квантовой телепортации?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) это способность частиц преодолевать</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	кодирования	<p>потенциальный барьер, «телепортироваться» сквозь него;</p> <p>2) квантовые объекты благодаря явления квантовой запутанности могут обмениваться состояниями: состояние одной частицы может быть «трансплантировано» на другую.</p> <hr/> <p>Что обеспечивает квантовая криптография?</p> <p>1) это шифр, основанный на использовании спинов электронов, Она позволяет обнаружить несанкционированное «прослушивание» канала связи;</p> <p>2) её преимуществом является высокая скорость передачи закодированных в данных</p> <hr/> <p>Какое утверждение неверно?</p> <p>1) основной элемент атомных часов – лазер, колебания атомов которого и позволяют точно измерять время;</p> <p>2) колебания маятника часов описывается законами классической механики;</p> <p>3) осциллятор — основной элемент любого устройства для измерения времени</p>
ПК-6.3	Оценивает выбор программных средств для программирования и манипулирования данными в соответствии установленными требованиями	<p>В чем состоит принцип действия квантовых вычислительных устройств?</p> <p>1) в использовании для кодирования информации квантовых свойств электронов – спинов;</p> <p>2) в применении квантовых битов, которые могут находиться в состоянии суперпозиции.</p> <hr/> <p>Чем отличаются квантовые компьютеры от квантовых симуляторов?</p> <p>1) это два поколения квантовых вычислительных устройств. Они отличаются только быстродействием, но не принципами устройства;</p> <p>2) квантовые компьютеры могут обрабатывать только один тип алгоритмов – алгоритмы Шора, симуляторы не имеют таких ограничений;</p> <p>3) симуляторы – квантовые устройства, способные моделировать только один тип</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>процессов и решать один тип задач, тогда как квантовые компьютеры – универсальны;</p> <p>4) квантовые симуляторы – классические компьютеры, которые в ограниченных масштабах воспроизводят вычисления, возможные на квантовых компьютерах</p> <hr/> <p>Выберите главное на сегодняшний день препятствия для создания универсального квантового компьютера.</p> <p>1) квантовые биты не сохраняют свои состояния достаточно долго из-за теплового шума;</p> <p>2) для квантовых компьютеров пока нет подходящих задач;</p> <p>3) отсутствие достаточно дешевых и компактных систем охлаждения</p>

#### **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.