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

Кафедра лазерных систем

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

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.ф-м.н. Корель И. И.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы квантовых вычислений

Образовательная программа: 16.03.01 Техническая физика, профиль: Интеллектуальные геофизические системы в нефтегазовой индустрии

Курс: 3 4, семестры : 6 7

Физико-технический факультет,

		Семестр	
№	Вид деятельности	6	7
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3	3
2	Всего часов	108	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	41	43
4	Лекции, час.	0	0
5	Практические занятия, час.	34	34
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	0
8	из них практической подготовки, час.	10	20
9	Аттестация, час.	2	2
10	Консультации, час.	5	7
11	Самостоятельная работа, час.	67	65
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р	КР
13	Вид аттестации	Э	Э

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 16.03.01 Техническая физика

ФГОС введен в действие приказом №696 от 01.06.2020 г. , дата утверждения: 08.07.2020 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 16.03.01 Техническая физика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЛС, 31.08.2026

Утверждена на совете физико-технического факультета, протокол № 6 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

доцент, к.ф-м.н. Нюшков Б. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Ельцов И. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/НА Способность проводить фундаментальные и прикладные исследования в области геофизических методов поиска полезных ископаемых
	ПК-1.В/НА. 1 Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области геофизики

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/НА. 1 Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области геофизики	
о принципах построения квантовых компьютеров, о фундаментальных принципах классических и квантовых вычислений, об основных квантовых алгоритмах, о квантовой теории связи и информации	Практические занятия; Самостоятельная работа
универсальные квантовые схемы и вентили	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Фундаментальные модели вычислений					
1. Фундаментальные модели вычислений.	4	2	0	ПК-1.В/НА. 1	решение типовых задач
2. Вычислительные модели. Машина Тьюринга. Машинная арифметика. Обратные коды. Логические схемы, элементы логики. Обратимые вычисления.	4	0	0	ПК-1.В/НА. 1	Обсуждение материала
3. Вычислительные модели.	4	2	0	ПК-1.В/НА. 1	Решение типовых задач
4. Демон Максвелла. Энтропия и информация. Теория Шеннона (математическая теория связи).	5	0	0	ПК-1.В/НА. 1	Обсуждение материала
5. Постулаты квантовой механики. Кубиты.	5	0	0	ПК-1.В/НА. 1	Обсуждение материала
Дидактическая единица: Квантовые схемы и вентили					

2. Квантовые схемы. Однобитовые действия. Измерения.	4	2	0	ПК-1.В/НА.1	Решение типовых задач
7. Универсальные квантовые вентили.	4	2	0	ПК-1.В/НА.1	Решение типовых задач
9. Вычислительные модели на квантовых вентилях.	4	2	0	ПК-1.В/НА.1	Решение типовых задач
Семестр: 7					
Дидактическая единица: Квантовые алгоритмы					
10. Вычислительная сложность. Асимптотическая сложность. Классы сложности.	6	4	0	ПК-1.В/НА.1	Решение типовых задач
11. Квантовые алгоритмы. Классические вычисления на квантовом компьютере. Квантовый параллелизм.	8	6	0	ПК-1.В/НА.1	Решение типовых задач
12. Квантовое преобразование Фурье и его использование. Квантовые алгоритмы поиска.	6	4	0	ПК-1.В/НА.1	обсуждение темы
13. Принципы физической реализации квантовых компьютеров.	4	2	0	ПК-1.В/НА.1	обсуждение темы
Дидактическая единица: Квантовая связь и криптография					
5. Квантовая связь. Квантовая теория информации. Сжатие данных. Классическая информация в квантовых каналах.	2	0	0	ПК-1.В/НА.1	Обсуждение материала
6. Квантовые коды коррекции ошибок.	2	0	0	ПК-1.В/НА.1	Обсуждение материала
14. Квантовая криптография. Квантовый ключ и передача квантового ключа. Протоколы квантовой криптографии.	6	4	0	ПК-1.В/НА.1	Обсуждение темы, решение типовых задач

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Фундаментальные модели вычислений.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
2	Вычислительные модели.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
3	Квантовые схемы. Однобитовые действия. Измерения.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
4	Универсальные квантовые вентили.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
5	Вычислительные модели на квантовых вентилях.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
6	Вычислительная сложность. Асимптотическая сложность. Классы сложности.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач

7	Квантовые алгоритмы. Классические вычисления на квантовом компьютере. Квантовый параллелизм.	Пр	Выполняет следующие виды работ:
8	Квантовое преобразование Фурье и его использование. Квантовые алгоритмы поиска.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
9	Принципы физической реализации квантовых компьютеров.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач
10	Квантовая криптография. Квантовый ключ и передача квантового ключа. Протоколы квантовой криптографии.	Пр	Выполняет следующие виды работ: решение типовых задач

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/НА.1	27	2
решение задач: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651 Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.1	20	1
повторение теоретического материала: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651 Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.1	20	2
повторение теоретического материала: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651 Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536				
Семестр: 7				
1	Курсовая работа	ПК-1.В/НА.1	30	4
: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651				
2	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/НА.1	15	1
повторение теоретического материала: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651 Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/НА.1	20	2

повторение теоретического материала: Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651 Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	e-mail; ЭБС

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Практические занятия:	15	30
РГЗ/Реферат:	15	30
Экзамен:	20	40
Семестр: 7		
Практические занятия:	15	30
Курсовая работа:	0	100 *(в состав баллов за КР)*
Экзамен:	20	40

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Защита РГЗ/Р	Защита КП/КР	Экзамен
ПК-1.В/НА	ПК-1.В/НА 1. Имеет представление о ведущих технологиях и методиках в области проведения экспериментальной и научно-исследовательской деятельности в области геофизики	+	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Викторова, Н. Б. Основы математического моделирования квантовых вычислительных процессов : учебное пособие для вузов / Н. Б. Викторова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 120 с. — ISBN 978-5-507-51883-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/432686 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Каширская, Е. Н. Криптографические системы : учебное пособие / Е. Н. Каширская, А. П. Кушнир. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/182424 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы квантовой информации / составители А. А. Аливердиев [и др.]. — Махачкала : ДГУ, 2018. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/158482 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3383-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/205985 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Филиппов, Ф. В. Квантовые вычисления : учебное пособие / Ф. В. Филиппов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2024. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/426110 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Корниенко, А. А. Криптографические протоколы : учебное пособие / А. А. Корниенко, М. Л. Глухарев. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2020. — 74 с. — ISBN 978-5-7641-1509-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/191009 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гладких, А. А. Основы современных криптографических систем и перспективы их развития : учебное пособие / А. А. Гладких, В. Е. Дементьев, Н. Ю. Чилихин. — Ульяновск : УлГТУ, 2020. — 214 с. — ISBN 978-5-9795-2096-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/259745 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Сатанин, А. М. Вычислительная физика на суперкомпьютерах (Учебно-методический комплекс по вычислительной физикена суперкомпьютерах) : учебно-методическое пособие / А. М. Сатанин, С. М. Кашин, А. И. Гельман. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. — 320 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/153407 (дата обращения: 27.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К. Прилипко, И. И. Коваленко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 216 с. — ISBN 978-5-507-50139-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/412214 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кирилюк, М. А. Квантовые вычисления для решения задач искусственного интеллекта : учебное пособие / М. А. Кирилюк, Н. А. Бочаров. — Москва : РТУ МИРЭА, 2026. — 95 с. — ISBN 978-5-7339-2874-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/523260 (дата обращения: 31.10.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Шень А. Х. Классические и квантовые вычисления : курс лекций / А. Х. Шень, М. Н. Вялый – Москва : Интуит НОУ, 2016. – 273 с. – URL: https://book.ru/book/917730 (дата обращения: 09.02.2024). – Текст : электронный.

2. Mermin D. Quantum Computer Science. An Introduction / D. Mermin // Cambridge University Press. – Cambridge. – 2007. – URL: https://library.uoh.edu.iq/admin/ebooks/22831-quantum_computer_science.pdf (access data: 16.06.2023). – Text : electronic.

3. Haroche S., Raimond J. Exploring the Quantumю. Atoms, Cavities and Photons / S. Haroche, J. Raimond // Oxford University Press. – Great Britain. – 2006. – URL: http://math0.bnu.edu.cn/~zhengc/material/macsoft/ebooksclub.org__Exploring_the_Quantum__Atoms__Cavities__and_Photons__Oxford_Graduate_Texts_.pdf (access data: 16.06.2023). – Text : electronic.

4. Акимов О. Е. Дискретная математика : логика, группы, графы, фракталы / О. Е. Акимов. – Москва : Издатель АКИМОВА, 2005. – 656с. – URL : http://www.vixri.ru/d/Akimov%20O.E.%20_Diskretnaja%20matematika.%20Logika,%20Gruppy,%20Grafy,%20Fraktaly_2005.pdf (дата обращения: 13.06.2023). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Ильичев Е. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Я. Г. Гринберг ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 24, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000207536

2. Ильичев Е. В. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : [учебник] / Е. В. Ильичев, Я. С. Гринберг. - Новосибирск, 2013. - 170, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182651

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Пакет офисных приложений Microsoft Office

2 Язык программирования Python

3 Операционная система Microsoft Windows

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация слайдов и работы компьютерных симуляторов

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Выполнение практических заданий в соответствии со структурой занятий