

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»**

**Физический факультет
Кафедра физики элементарных частиц**



УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ, д.ф.-м.н.
В.Е.Блинов
2022 г.

**Рабочая программа дисциплины
КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФЭЧ**

Направление подготовки: **03.04.02 Физика**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32	4		14	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 40 часов										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н.

И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	3
2. Место дисциплины в структуре магистерской программы	3
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	8
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии в ФЭЧ» является ознакомление студентов, специализирующихся в области физики высоких энергий и смежных областях, с большим спектром информационных технологий, ставших неотъемлемой частью любого физического эксперимента.

Исследования в области физики элементарных частиц на сегодняшний день невозможны без широкого использования информационных технологий. Проведение эксперимента сопряжено с набором огромного количества данных, от десятков терабайт в небольших экспериментах до сотен петабайт в самых крупных экспериментах. Организация сбора, хранения и обработки такого объема данных – сложная задача, требующая использования самых передовых достижений в области информационных технологий. В связи с уникальностью каждого эксперимента для анализа набранных данных требуется разрабатывать специализированное программное обеспечение. Теоретические расчеты в области физики элементарных частиц зачастую требуют огромных вычислительных ресурсов, и для них используются ресурсы суперкомпьютерных центров. Кроме того, современные исследования в области физики элементарных частиц ведутся большими коллективами ученых. Все перечисленное приводит к тому, что физик, специалист в области физики элементарных частиц, должен ориентироваться в широком круге вопросов, связанных с информационными технологиями, и владеть основными приемами совместной работы и совместной разработки программного обеспечения. Выработка соответствующих знаний и умений и является задачей дисциплины «Компьютерные технологии в ФЭЧ».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1 Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в научно-исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p> <p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Знать принципы организации систем сбора, обработки, моделирования и хранения данных в современном физическом эксперименте. основы технологии реляционных баз данных, основные приемы проектирования программных комплексов.</p> <p>Уметь проектировать системы сбора, обработки, моделирования и хранения данных для современного физического эксперимента; организовывать процесс обработки данных эксперимента; решать типичные задачи, возникающие при анализе данных современного физического эксперимента.</p> <p>Владеть основными приемами совместной работы и совместной</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
		разработки программного обеспечения: навыками работы с программными продуктами, позволяющими проводить анализ большого объема данных.

2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Компьютерные технологии в ФЭЧ» реализуется в осеннем семестре 1 курса для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физики элементарных частиц. Для ее восприятия требуется успешное прохождение курса программирования и знание языка программирования C++. Дисциплина должна предшествовать выполнению квалификационной работы, т.к. дает магистранту необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения исследований в области физики элементарных частиц в рамках подготовки ее подготовки.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32	4		14	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 40 часов										
Компетенции ПК-1										

Реализация дисциплины предусматривает практическую подготовку при проведении следующих видов занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и ее контроль преподавателем с помощью заданий, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: контрольные вопросы на знание материала предыдущей лекции, заслушивание сообщений, самостоятельно подготовленных магистрантами по заданным темам.

Промежуточная аттестация: экзамен

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;

- практические занятия – 4 часа;
- самостоятельная работа в течение семестра, не включая период сессии – 14 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена, консультации и экзамен) – 22 часа.

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, практические занятия, групповые консультации, экзамен) составляет 40 часов.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Дисциплина «Компьютерные технологии в ФЭЧ» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1-ом курсе магистратуры физического факультета НГУ в весеннем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Промежуточная аттестация (в часах)
				Аудиторные часы		Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	1-2	5	4		1	
2	Системы обработки данных физического эксперимента.	3	3	2		1	
3	Система сбора данных современного эксперимента.	4	3	2		1	
4	Моделирование эксперимента.	5-6	5	4		1	
5	Языки программирования и основы проектирования.	7-8	6	4		2	
6	Введение в реляционные базы данных.	9-10	6	4		2	
7	Дополнительные главы	11-14	12	10		2	
8	Доклады студентов по избранным темам.	15-16	12		4	4	
9	Групповая консультация		2				2
10	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		18				18
11	Экзамен		2				2
	Итого по курсу:		72	32	4	14	22

Программа и основное содержание лекций (32 часа)

- 1. Введение.** Роль информационных технологий в современном физическом эксперименте. История развития вычислительной техники. Архитектура современного компьютера, архитектуры процессоров. История развития операционных систем. Основные функции операционных си-

стем. Процессы и потоки. Планирование процессов. Управление памятью. Виртуальная память. Сегментирование памяти. Ввод-вывод, файловая система. Файловая система ext2. Журналируемые файловые системы. Распределенные файловые системы (4 часа).

2. **Системы обработки данных физического эксперимента.** Основные этапы обработки: предварительная обработка, реконструкция, анализ. Модульная организация программного обеспечения обработки данных, понятие программного каркаса. Программный каркас GAUDI. Роль моделирования в обработке данных. Организация научного анализа данных. Непредвзятый анализ. Систематические ошибки (2 часа).
3. **Система сбора данных современного эксперимента.** Регистрация случайных событий и понятие триггера. Роль буферизации в повышении производительности системы сбора данных. Конвейерный принцип организации триггера. Многоуровневый триггер. Система сбора данных большого эксперимента. Шина и сеть как различные топологии подключения оцифровывающей аппаратуры. Этап сборки события. Параметры систем сбора данных известных экспериментов в ФВЭ. Системы управления и мониторинга. Организация обмена данными между процессами системы. Понятие конечного автомата (2 часа).
4. **Моделирование эксперимента.** Роль моделирования при проектировании, проведении и анализе данных эксперимента в физике высоких энергий. Моделирование эффективности и акцептанса. Существующие программные пакеты для моделирования эксперимента. Программный пакет Geant4. Сфера применения Geant4. Использование метода Монте-Карло для моделирования взаимодействия частиц с веществом. Базовый алгоритм моделирования в случае одного процесса, нескольких процессов. Реализация метода Монте-Карло в Geant4. Обзор процессов взаимодействия, включенных в пакет Geant4. Ядро Geant4, организация взаимодействия конечного пользователя с ядром. Организация процесса моделирования, понятие захода, события, трека, шага моделирования. Программная организация Geant4, список базовых классов, обязательных для реализации. Описание геометрии и вещества детектора. Описание списка возможных процессов взаимодействия. Первичный генератор. Другие интерфейсные классы. Сохранение информации о результатах моделирования (4 часа).
5. **Языки программирования и основы проектирования.** Языки программирования. Понятие парадигмы программирования. Декларативная и императивные парадигмы. Классификация и история развития языков программирования. Этапы компиляции программы. Формальные грамматики и их связь с языками программирования. Иерархия Хомского. Утилиты yacc и lex, реализация собственного языка программирования. Парадигма объектно-ориентированного программирования. Основные понятия ООП: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Язык C++. Основные черты C++: классы и объекты, шаблоны, исключения, поддержка обобщенного программирования. Процесс разработки программного обеспечения. Основные модели разработки. RationalUnifiedProcess. AgileSoftwareDevelopment. Язык UML. Основные типы диаграмм в UML. Принципы проектирования. Понятие паттернов программирования. Основные паттерны: Стратегия, Шаблонный Метод, Декоратор, Наблюдатель, Фабричный метод, Абстрактная фабрика, Одиночка, Команда, Адаптер, Фасад, Итератор, Компоновщик, Заместитель. Составной паттерн Model-View-Controller. Примеры использования паттернов в Geant4 и других программных продуктах (4 часа).
6. **Введение в реляционные базы данных.** Базы данных. Реляционная модель. Принципы проектирования баз данных. Концептуальная, логическая и физическая модели базы данных. Нормальные формы, нормализация базы данных. Язык SQL. Команды CREATE, INSERT,

UPDATE, DELETE, SELECT. Чтение данных из нескольких таблиц. Представления. Агрегативные функции и запросы. Вложенные запросы. Процедурные расширения языка SQL. Транзакции. Хранение неструктурированных данных в базе данных. Язык XML и связанные с ним технологии. Интеграция технологий XML и реляционных баз данных. Хранение бинарных данных в реляционных СУБД. Нереляционные базы данных. Модель MapReduce (4 часа).

7. **Дополнительные главы.** Причины и история возникновения компьютерных сетей. Топологии сетей. Глобальные и локальные сети. Протоколы, службы и сервисы. Модель OSI. Модель TCP/IP. Физический уровень. Физическая среда передачи данных. Проверка и коррекция ошибок при передаче, коды Хэмминга. Передача данных в сетях Ethernet, FastEthernet, GigabitEthernet. Беспроводные сети. Канальный уровень. MAC-адрес, протокол Ethernet. Примеры других протоколов канального уровня. Мосты и коммутаторы. Сетевой уровень. IP-адрес, протокол IP. Протокол ARP. Маршрутизация. Проблема нехватки IP адресов. Преобразование сетевых адресов (NAT). Протокол IPv6. Транспортный уровень. Связь с установлением соединения и без него. Протоколы UDP и TCP. Трансляция имен в адреса, DNS. Качество обслуживания компьютерных сетей. Механизмы управления качеством обслуживания. Прикладной уровень. Модель клиент-сервер. Протокол HTTP. Принципы построения веб-интерфейсов, веб-приложений. CGI, AJAX. Примеры других протоколов прикладного уровня. Компьютерная безопасность. Необходимость шифрования при передаче данных. Фундаментальные принципы криптографии. Принцип Керкгофа. Идеальный шифр – одноразовый блокнот. Квантовая криптография, протокол квантового распределения ключа BB84. Шифрование с симметричным ключом. Алгоритмы DES, 3DES, AES. Шифрование с открытым ключом. Алгоритм RSA. Обмен ключами, алгоритм Диффи-Хелмана. Хэш-функции, профиль сообщения, функции MD5, SHA. Задача о днях рождения. Цифровая подпись. Понятие сертификатов. Стандарт X.509. Инфраструктура систем с открытыми ключами. Аутентификация с симметричным шифрованием. Аутентификация с помощью центра распространения ключей. Протокол Kerberos. Динамические языки, язык Python. Динамические языки. Прототипирование программных систем с помощью динамических языков. История развития скриптовых и динамических языков. Язык Python и его использование в физике высоких энергий. Основные синтаксические конструкции языка. Основные встроенные типы данных, кортежи, списки, словари. Реализация механизма исключений в Python. Стандартные модули Python. Поддержка объектно-ориентированного программирования. Поддержка функционального программирования. Численные расчеты с использованием Python. Реализация сетевых приложений с использованием Python. Работа с реляционными базами данных. Создание графического интерфейса. Разработка веб-приложений. Интеграция Python с другими языками программирования. Интеграция Python с программными пакетами ROOT и Geant4. ГРИД и облачные технологии. Многоуровневая вычислительная система экспериментов на Большом Адронном Коллайдере. Иерархия вычислительных систем: процессор, сервер, кластер, ГРИД. Вычислительный кластер: операционные системы, сетевые технологии. Организация распределенных файловых систем для вычислительных кластеров. Объединение ресурсов нескольких вычислительных кластеров, архитектура ГРИД. Обзор существующих ГРИД систем. Аутентификация пользователей в ГРИД системах, виртуальные организации. Управление ресурсами в ГРИД системах. Пример использования ГРИД системы для обработки данных эксперимента. Технологии виртуализации. Концепция облачных вычислений. Модели предоставления ресурсов: инфраструктура как сервис (IaaS), программное обеспечение как сервис (SaaS), платформы как сервис (PaaS). Обзор существующих облачных сер-

висов. Пример одной коммерческой платформы облачных вычислений (например, Amazon-ElasticComputeCloud). Перспективы использования коммерческих облаков для моделирования данных экспериментов. Обзор локальных суперкомпьютерных ресурсов. Параллельное программирование, вычисления на видеокартах. Архитектура параллельных вычислительных систем. Измерение производительности. Пиковая и реальная производительность. Суперскалярные и VLIW-архитектуры. Основные классы современных параллельных компьютеров: параллельные векторные системы, массивно-параллельные системы, симметричные мультипроцессорные системы с общей памятью, системы с неоднородным доступом к памяти, кластерные системы. Особенности языков программирования с поддержкой параллельных и конвейерных вычислений. Параллельные процессы. Взаимодействия и синхронизация параллельных процессов. Взаимное исключение. Двоичные и считающие семафоры. Мониторы. Механизмы передачи сообщений. Рандеву. Технологии параллельного программирования MPI, OpenMP. Основные понятия теории сетей Петри. Графический ускоритель как настольный суперкомпьютер. Архитектура графических ускорителей ATI и NVIDIA. Классы задач, эффективно решаемые с использованием графических ускорителей. Технологии CUDA и OpenCL. Введение в технологию CUDA, иерархия памяти. Пример использования вычислений на графических ускорителях для обработки данных физического эксперимента, для вычислений на решетках. Другие типы спецвычислителей. Языки описания электроники. Специализированная электроника детекторных систем и триггера в экспериментах в области физики высоких энергий. Программируемая логика (ПЛИС, FPGA). Область применения ПЛИС. Существующие решения Xilinx, Altera. Типичные составляющие элементы ПЛИС. Технологии разработки устройств с применением ПЛИС. Специализированные языки программирования AHDL, VHDL. Пример описания простой электронной схемы. Примеры использования ПЛИС в экспериментах ФВЭ. Использование ПЛИС в качестве спецвычислителя. Введение в функциональное программирование. Парадигмы программирования. Парадигма функционального программирования, ее сравнение с императивным и логическим программированием. Введение в λ -исчисление. λ -исчисление как универсальный язык программирования. Обзор существующих языков функционального программирования. Введение в язык LISP. Поддержка функционального программирования в универсальных языках. Пример функционального программирования на языке Python. Параллельные вычисления с использованием языков функционального программирования (10 часов).

Программа практических занятий (4 часа)

Занятие 15-16. Доклады студентов по избранным темам.

Самостоятельная работа студентов (32 часа)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка доклада по выбранной теме	14
Подготовка к экзамену	18

5. Перечень учебной литературы.

1. А. Д. Букин, С. И. Эйдельман. ЭВМ в планировании и обработке эксперимента: Учебное пособие. 2-е изд. Новосибирск: НГУ, 2002., ISBN 5-230-13578-6 (2 экз.)
2. Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес. "Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования". - СПб: Питер, 2001. – 358с., ил., ISBN 978-5-469-01136-1 (1 экз.)

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими методическими пособиями:

1. Иртегов Д. Введение в операционные системы, 2е изд. – СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2008.
2. Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон «Язык UML. Руководство пользователя», второе издание. - СПб. : ПИТЕР, 2004. - 429 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

7.1 Современные профессиональные базы данных

- NOSQL Databases. <http://nosql-database.org>

7.2. Информационные справочные системы

- The Gaudi Framework, <http://proj-gaudi.web.cern.ch>
- ROOT - A Data Analysis Framework. <http://root.cern.ch>
- Geant4: a toolkit for the simulation of the passage of particles through matter. <http://geant4.cern.ch>
- СУБД PostgreSQL. <http://www.postgresql.org/docs>
- СУБД MySQL. <http://dev.mysql.com/doc/>
- СУБД Oracle. <http://www.oracle.com/technetwork/database/enterprise-edition/documentation/index.html>
- Документация Globus-Toolkit. <http://www.globus.org/toolkit>
- NVIDIA CUDA Zone, <http://www.nvidia.com/cuda>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проведения выборочных опросов по материалам предыдущих лекций и заслушивания сообщений, самостоятельно подготовленных обучающимися по заданным темам и представленным в виде докладов на практических занятиях.

Промежуточная аттестация

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция ПК-1 сформирована не ниже порогового уровня.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенции ПК-1.

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации. Критерии и шкалы оценивания индикаторов достижения результатов обучения отражены в Таблице 10.2.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК 1.1 Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	Знать принципы организации систем сбора, обработки, моделирования и хранения данных в современном физическом эксперименте. основы технологии реляционных баз данных, основные приемы проектирования программных комплексов.	Опрос в начале каждой лекции, заслушивание сообщений, экзамен.

<p>ПК 1.2 Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.</p>	<p>Уметь проектировать системы сбора, обработки, моделирования и хранения данных для современного физического эксперимента; организовывать процесс обработки данных эксперимента;</p> <p>решать типичные задачи, возникающие при анализе данных современного физического эксперимента.</p> <p>Владеть основными приемами совместной работы и совместной разработки программного обеспечения: навыками работы с программными продуктами, позволяющими проводить анализ большого объема данных.</p>	<p>Опрос в начале каждой лекции, заслушивание сообщений, экзамен.</p>
---	---	---

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Компьютерные технологии в ФЭЧ».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Демонстрирует общие знания базовых понятий по темам/разделам дисциплины. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.2	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных за-	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Про-

		решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	данных с некоторыми недочетами.		демонстрированы знания по решению нестандартных задач.
--	--	---	---------------------------------	--	--

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры тем докладов для самостоятельной подготовки магистрантами

1. Организация триггера детектора ATLAS (CMS, LHCb, Belle, детекторов ИЯФ).
2. Организация системы обработки и хранения данных детектора ATLAS (CMS, LHCb, Belle, детекторов ИЯФ).
3. Организация анализа данных в большой научной коллаборации (на примере коллаборации ATLAS, CMS, Belle, Babar).
4. Программный каркас Gaudi.
5. Визуализация данных в детекторе элементарных частиц.
6. Управление данными в экспериментах на LHC.

Список вопросов, выносимых на экзамен

1. Архитектура современного компьютера, архитектуры процессоров.
2. Операционные системы. Основные функции операционных систем.
3. Общая организация системы сбора данных современного эксперимента в физике высоких энергий. Описать систему сбора данных одного эксперимента.
4. Общая организация системы обработки данных современного эксперимента в физике высоких энергий. Описать систему обработки данных одного эксперимента.
5. Общая организация научного анализа данных в современном эксперименте в физике высоких энергий.
6. Роль моделирования при проектировании, проведении и анализе данных эксперимента в физике высоких энергий. Использование метода Монте-Карло для моделирования взаимодействия частиц с веществом.
7. Программный пакет Geant4. Общая структура Geant4, взаимодействие пользователя с ядром. Пример использования Geant4 в существующем эксперименте.
8. Парадигма объектно-ориентированного программирования. Поддержка объектно-ориентированного и обобщенного программирования в языке C++.
9. Понятие паттернов программирования. Примеры нескольких паттернов.
10. Реляционные системы управления базами данных. Основы языка SQL.
11. Хранение неструктурированных и бинарных данных в реляционных базах данных. Нереляционные базы данных.
12. Компьютерные сети. Модель OSI. Протоколы, службы и сервисы. Протоколы Ethernet, IP, TCP, UDP.
13. Принципы организации Internet. Протокол HTTP. Принципы построения веб-интерфейсов,

веб-приложений.

14. Основы криптографии. Квантовая криптография, протокол квантового распределения ключа BB84. Шифрование с симметричным ключом.
15. Шифрование с открытым ключом. Алгоритм RSA. Алгоритм обмен ключом.
16. Инфраструктура сетевой безопасности. Цифровая подпись. Сертификаты. Различные технологии аутентификации.
17. Динамические языки программирования. Язык Python: основные синтаксические конструкции, встроенные типы данных. Поддержка объектно-ориентированного программирования. Интеграция программного пакета ROOT и Python.
18. Поддержка функционального программирования в языке Python. Численные расчеты с использованием Python. Интеграция Python с другими языками программирования. Интеграция Python с программным пакетом Geant4.
19. Иерархия вычислительных систем. Архитектура ГРИД. Пример использования ГРИД системы для обработки данных экспериментов на Большом Адронном Коллайдере.
20. Концепция облачных вычислений. Технологии виртуализации. Модели предоставления ресурсов. Обзор существующих облачных сервисов.
21. Архитектуры параллельных вычислительных систем. Параллельные процессы, их взаимодействие и синхронизация. Технологии MPI, OpenMP.
22. Использование графических ускорителей для универсальных вычислений. Архитектура графических ускорителей ATI и NVIDIA. Технологии CUDA и OpenCL.
23. Программируемые логические интегральные схемы. Существующие решения Xilinx, Altera. Специализированные языки программирования ПЛИС. Использование ПЛИС в экспериментах в физике высоких энергий.

Пример экзаменационного билета:

1. Парадигма функционального программирования. Примеры языков функционального программирования. Поддержка функционального программирования в языке Python.
2. Параллельные вычисления с использованием языков функционального программирования.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Компьютерные технологии в ФЭЧ»
по направлению подготовки 03.04.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного