

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**и.о. директора физтех-школы
физики и исследований им.
Ландау**

А.А. Воронов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Компьютинг в физике высоких энергий
по направлению:	Ядерная физика и технологии
профиль подготовки:	Ядерная физика, УТС и компьютерные методы в физике Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра фундаментальных и прикладных проблем физики микромира
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

- лекции: 60 час.
- семинары: 60 час.
- лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 75 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 225, всего зач. ед.: 5

Программу составил: Д.И. Казаков, д-р физ.-мат. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры фундаментальных и прикладных проблем физики микромира
04.06.2020

Аннотация

Современный эксперимент в физике высоких энергий невозможен без применения вычислительной техники. Компьютинг играет ключевую роль на всех этапах эксперимента, начиная от приема данных с детектора и заканчивая реконструкцией событий, моделированием установки и статистическим анализом физических данных. Объем данных, получаемых в крупных экспериментах может достигать сотен петабайт ежегодно. Такой объем данных невозможно обработать даже в крупном вычислительном центре, поэтому все более важную роль играют распределенные вычисления и грид-технологии. Задача курса познакомить студентов с компьютерингом в физике высоких энергий в объеме, достаточном для физика-экспериментатора.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Целью освоения данной дисциплины является приобретение знаний и умений для обработки научной информации с использованием современных вычислительных систем.

Излагаются средства организации, инструменты и технологии, применяемые для хранения, передачи и обработки больших объемов научных данных.

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о роли компьютеринга в научных исследованиях;
- умение пользоваться стандартными инструментами, применяемыми в физике для обработки данных;
- базовые знания в области шифрования, аутентификации и безопасности.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК-3.1 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	ПК-1.2 Умеет создавать теоретические и математические модели в области ядерной физики и технологий
	ПК-1.3 Владеет навыками работы с современными расчетными программными средствами
	ПК-2.1 Знает методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий

ПК-2 Готов применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	ПК-2.2 Умеет рассчитывать и проводить исследования процессов, протекающих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий
	ПК-2.3 Владеет навыками использования информационных технологий и пакетов прикладных программ при проектировании и расчете устройств или объектов (установок, материалов, приборов) в своей предметной области

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы обработки, хранения и передачи научных данных;
- основы безопасности при обработке, хранении и передачи научных данных;
- историю развития, предпосылки создания, общую концепцию ГРИД;
- протоколы передачи данных;
- перспективы использования компьютерных технологии для решения масштабных задач;
- перспективные направления развития компьютерных технологий.

уметь:

Диагностировать неполадки в сетевом соединении;
 Устанавливать безопасное соединение между узлами сети;
 Организовать хранение данных, как в базе данных, так и в виде файлов;
 Обращивать данные с помощью систем пакетной обработки и грид систем;
 Использовать облачные технологии для обработки данных.

владеть:

Инструментами хранения данных;
 Инструментами обработки данных.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Компьютинг в физике высоких энергий.	6	7		7
2	Передача данных. Сети. Протоколы.	9	8		8
3	Базы данных.	8	8		8
4	Системы хранения данных.	7	7		7
5	Пакетная обработка данных.	5	5		9
6	Основы безопасности.	7	7		9
7	Грид системы.	6	6		9
8	Облачные технологии.	7	7		9
9	Фреймворки для физических экспериментов.	5	5		9
Итого часов		60	60		75
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		225 час., 5 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Компьютинг в физике высоких энергий.

Назначение. Краткая история. Основные функции, задачи.

2. Передача данных. Сети. Протоколы.

Задача передачи данных. Сети передачи данных. Характеристики сетей передачи данных. ISO/OSI. Ethernet. TCP/IP. UDP. FTP, SSH, HTTP. Обмен сообщениями. MQTT, ZeroMQ.

3. Базы данных.

Реляционные базы данных. Типы данных. SQL. NoSQL. DDL, DML, DCL, TCL.

4. Системы хранения данных.

Распределённое хранение данных. Метаданные, каталог. Проблема управления данными.

Семестр: 2 (Весенний)

5. Пакетная обработка данных.

PBS, Torque, Condor. Maui. Управление задачами.

6. Основы безопасности.

Шифрование. Аутентификация и авторизация. Проверка системы на безопасность. Использование файрвола.

7. Грид системы.

История появления. Текущее состояние. Платформа DIRAC. Назначение, возможности и архитектура платформы DIRAC.

8. Облачные технологии.

Виртуализация. Типы виртуализации. Обзор решений. KVM, OpenVZ. Появление облаков. OpenNebula.

9. Фреймворки для физических экспериментов.

Основные этапы обработки данных: реконструкция, моделирование, анализ. Задачи фреймворков. Примеры фреймворков: Gaudi, FairRoot.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

компьютер и мультимедийное оборудование (проектор), компьютерный класс. Необходима операционная система Linux с графической оболочкой (Ubuntu, Fedora, CentOS, Mint или аналогичный дистрибутив). Каждому студенту требуется квота в облаке: 2 виртуальные машины, 2 ядра, 4 гигабайта оперативной памяти.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы, учебное пособие для вузов : рек. М-вом образования и науки РФ /В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. Санкт-Петербург, Питер, 2019
2. Современные операционные системы [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Э. Таненбаум ; [пер. с англ. Н. Вильчинский, А. Лашкевич] .— 3-е изд. — СПб. : Питер, 2015 .— 1120 с
1. The GRID: Blueprint for a New Computing Infrastructure (2nd Ed.) I. Foster, C. Kesselman

Дополнительная литература

Р. Бок, Х. Грот, Д. Ноц, М. Реглер, Методы анализа данных в физическом эксперименте. М., Мир, 1993

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Необходимое программное обеспечение:

ssh-client, browser (firefox, chrome), scp

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Ядерная физика и технологии
профиль подготовки:	Ядерная физика, УТС и компьютерные методы в физике Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра фундаментальных и прикладных проблем физики микромира
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 1 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 2 (весенний) - Экзамен

Разработчик: Д.И. Казаков, д-р физ.-мат. наук, профессор

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними
	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
	УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
ОПК-3 Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК-3.1 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
ПК-1 Способен к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	ПК-1.2 Умеет создавать теоретические и математические модели в области ядерной физики и технологий
	ПК-1.3 Владеет навыками работы с современными расчетными программными средствами
ПК-2 Готов применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	ПК-2.1 Знает методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий
	ПК-2.2 Умеет рассчитывать и проводить исследования процессов, протекающих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий
	ПК-2.3 Владеет навыками использования информационных технологий и пакетов прикладных программ при проектировании и расчете устройств или объектов (установок, материалов, приборов) в своей предметной области

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Компьютинг в физике высоких энергий» обучающийся должен:

знать:

- основы обработки, хранения и передачи научных данных;
- основы безопасности при обработке, хранении и передаче научных данных;
- историю развития, предпосылки создания, общую концепцию ГРИД;
- протоколы передачи данных;
- перспективы использования компьютерных технологии для решения масштабных задач;
- перспективные направления развития компьютерных технологий.

уметь:

Диагностировать неполадки в сетевом соединении;
Устанавливать безопасное соединение между узлами сети;
Организовать хранение данных, как в базе данных, так и в виде файлов;
Обрабатывать данные с помощью систем пакетной обработки и грид систем;
Использовать облачные технологии для обработки данных.

владеть:

Инструментами хранения данных;
Инструментами обработки данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примеры контрольных заданий:

1. Проверить соединения с удалёнными серверами. Студентам предлагается список из нескольких ip адресов и доменных имён. Студенты должны изучить каждый из адресов, рассказать, где находится сервер, проверить надёжность соединения с ним, а также сообщить о возможных проблемах, связанных с безопасностью сервера.
2. Работа с ssh. Студенты должны подключиться на удалённую машину по протоколу ssh. На удалённой машине требуется набор заданий, связанных с операциями над файлами и директориями, запуском программ, редактированием файлов. Далее необходимо продемонстрировать умение перемещать файлы с локальной машины на удалённую, а также умение настроить и использовать ssh туннель.
3. Работа с базой данных. Студенты получают логин и пароль для доступа к базе данных MySQL. Требуется выполнить набор SQL запросов и ответить на список вопросов, связанных с данными, находящимися в MySQL. Далее, требуется добавить новые данные и удалить некоторые старые. В итоге необходимо сделать дамп базы данных и загрузить его в другую базу данных MySQL.
- 4 Отправка задачи в систему пакетной обработки и в грид. Студенты должны написать простую программу на языке python, C++ или другом языке программирования и отправить несколько копий этих задач в очередь. Затем продемонстрировать умение следить за ходом выполнения задач и после их успешного завершения получить результат. Задачи можно отправлять как в PBS, так и в систему DIRAC.
- 5 Работа с виртуальными машинами в облаке. Студенты должны создать виртуальную машину с определённым количеством вычислительных ядер, оперативной памяти и характеристиками сети. Далее требуется к ней подключиться, установить веб-сервер Apache и изменить стандартную страницу index.html. Далее необходимо продемонстрировать умение сохранять копию образа виртуальной машины, а также умение восстанавливать виртуальную машину из существующего образа.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень контрольных вопросов:

1. Основные функции компьютинга в физике элементарных частиц.
2. Протокол TCP/IP.
3. Почему реляционные базы данных неудобны для хранения физических данных, получаемых в эксперименте?
4. В чем заключаются основные сложности при управлении распределенным хранением больших объемов данных?
5. Что такое пакетная обработка данных и как она осуществляется?

Примеры экзаменационных билетов в 10 семестре:

Билет 1.

1. Устройство и назначение грид-систем
2. Работа с ssh.

Билет 2.

1. Обеспечение безопасности вычислительных систем
2. Отправка задачи в систему пакетной обработки и в грид.

Билет 3.

1. Управление данными.
 2. Проверить соединения с удалёнными серверами.
- Билет 4.
1. Фреймворки для физических экспериментов.
 2. Работа с виртуальными машинами в облаке.
- Билет 5.
1. Основные этапы обработки физических данных.
 2. Работа с базой данных.

Критерии оценивания

Обучающемуся ставится оценка в соответствии с продемонстрированным уровнем подготовки; оценивание производится на усмотрения экзаменатора в соответствии с особенностями дисциплины и следующими критериями:

Оценка "отлично" (10 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (9 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка "отлично" (8 баллов) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочётами.

Оценка "хорошо" (7 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка "хорошо" (6 баллов) выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка "хорошо" (5 баллов) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка "удовлетворительно" (4 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка "удовлетворительно" (3 балла) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка "неудовлетворительно" (2 балла) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка "неудовлетворительно" (1 балл) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении оценивания знаний обучающемуся предоставляется время на подготовку на усмотрение экзаменатора. Опрос обучающегося по билету на дифференцированном зачете и устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа. Оценивание знаний производится в соответствии с вышеуказанными критериями в соответствии с содержанием дисциплины.