

**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**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Компьютинг в физике высоких энергий
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра фундаментальных и прикладных проблем физики микромира
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	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-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)

ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области	ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной 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;  
 Обрабатывать 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)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Общая и прикладная физика Физтех-школа физики и исследований им. Ландау кафедра фундаментальных и прикладных проблем физики микромира
<b>курс:</b>	<u>1</u>
<b>квалификация:</b>	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-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи	ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
ПК-8 Способность применять методы планирования исследований и экспериментов при выполнении проектов и заданий в избранной предметной области	ПК-8.1 Знает теоретические основы планирования исследований и экспериментов в избранной 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 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;  
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 компьютеринга 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.

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.