

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Кафедра: _____ Фундаментальных и прикладных проблем физики микромира _____

Дисциплина: _____ Компьютинг в физике высоких энергий _____

Подготовка к экзаменам:

№	Семестр	Форма контроля	Часы
	<i>(№ семестра, осенний или весенний, курс)</i>	<i>Дифференцированный Зачет Зачет Экзамен</i>	
1	1 (осенний)	Диф. зачет	68
2	2 (весенний)	Экзамен	68

1. Аннотация *(краткое описание курса на 2-3 абзаца; аннотация будет видна студентам в личном кабинете)*

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.

2. Цели и задачи, компетенции

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 информационной безопасности

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих компетенций:

Выбрать все подходящие индикаторы из правой колонки

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
	ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности
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-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость
	ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации

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-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области физико-математических наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.1 Способен применять знания и навыки по использованию информационно-коммуникационных технологий для поиска и изучения научной литературы, применения прикладных программных продуктов
	ОПК-4.2 Способен применять знания в области физико-математических наук для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбрать способ проведения научного исследования
ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия
	ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности
	ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту
ПК-1 Способен ставить, формализовывать и решать задачи, в том числе разрабатывать и исследовать математические модели изучаемых явлений и процессов, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты	ПК-1.1 Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности
	ПК-1.2 Способен выдвигать гипотезы, строить математические модели для описания изучаемых явлений и процессов, оценить качество разработанной модели
	ПК-1.3 Способен применять теоретические и (или) экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
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-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов
ПК-4 Способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для решения прикладных инженерно-технических и конструкторско-технологических задач	ПК-4.1 Владеет современными физическими методами теоретического и экспериментального исследования
	ПК-4.2 Применяет методы математического анализа и строит оптимальные математические модели для решения прикладных задач
	ПК-4.3 Способен планировать и проводить испытания на расчетно-теоретических моделях или экспериментальном оборудовании с применением стандартных и специально разработанных инструментальных и (или) программных средств
ПК-5 Способность разрабатывать технические проекты работ в области современных наукоемких технологий с учётом требований качества и оптимизации	ПК-5.1 Владеет методиками проектирования разрабатываемого изделия и планирования этапов его производства
	ПК-5.2 Умеет самостоятельно определять особенности и качество разрабатываемого проекта
	ПК-5.3 Использует нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий

	ПК-5.4 Способен самостоятельно совершенствовать разрабатываемый проект и (или) изделие
ПК-6 Способность разрабатывать и реализовывать инновационные технологические проекты, нацеленные на создание и освоение новой наукоемкой продукции	ПК-6.1 Владеет методами информационно-аналитической работы и применяет их для выявления новых потребностей с целью определения наукоемких продуктов, обеспечивающих удовлетворение этих потребностей
	ПК-6.2 Умеет управлять требованиями к новым продуктам
	ПК-6.3 Умеет разрабатывать технологические проекты, нацеленные на реализацию новых наукоемких продуктов, владеет методами планирования проектов
	ПК-6.4 Знает теорию и владеет методологией запуска и управления технологическими проектами
	ПК-6.5 Знает принципы технико-экономического обоснования инновационных проектов
ПК-7 Способность организовывать управление объектами интеллектуальной собственности (ИС), созданными в результате инновационной деятельности, обеспечивать охрану и передачу прав на эти объекты	ПК-7.1 Знаком с текущим законодательством и нормами в области права ИС, ориентируется и понимает их
	ПК-7.2 Знаком с порядком создания и охраны ИС, введения в оборот прав на нее
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
	ПК-8.2 Умеет применять теоретические знания к построению программ исследований и экспериментов при выполнении конкретных проектов и заданий
	ПК-8.3 Владеет методами планирования исследований и экспериментов в избранной предметной области
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
УК-2 Способен управлять исследовательским проектом на всех этапах его реализации	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы, цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения
	УК-2.2 Способен прогнозировать результат деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
	УК-2.3 Способен организовать и координировать работу участников проекта, обеспечивать работу команды необходимыми ресурсами
	УК-2.4 Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях, семинарах и т.п.
УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной задачи	УК-3.1 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов
	УК-3.2 Учитывает в своей социальной и профессиональной деятельности интересы, особенности поведения и мнения (включая критические) людей, с которыми работает/взаимодействует, в том числе посредством корректировки своих действий
	УК-3.3 Способен предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий
	УК-3.4 Способен планировать командную работу, распределять поручения членам команды, организовать обсуждение разных идей и мнений

УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Способен вести обмен деловой информацией в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и не менее чем на одном иностранном языке
	УК-4.2 Владеет навыками, необходимыми для написания, письменного перевода и редактирования различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)
	УК-4.3 Способен представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные
	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
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

3. Место дисциплины

3.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры):

___Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла ООП

М.1. _____

3.2. Дисциплина базируется на (*перечислить дисциплины*):

1. _Вычислительные средства: C++_____
2. _Физика элементарных частиц_____

3.3. Дисциплина предшествует изучению дисциплин (*перечислить дисциплины*):

4. Результаты обучения

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; Обработать данные с помощью систем пакетной обработки и грид систем; Использовать облачные технологии для обработки данных

Владеть: _Инструментами хранения данных; Инструментами обработки данных_____

5. Темы и Разделы

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

	Тема занятия	Семестр	Лекции	Семинары	Лаборат. работы
1	Компьютинг в физике высоких энергий	8	4	4	0
2	Передача данных. Сети. Протоколы.	16	8	8	0
3	Базы данных	16	8	8	0
4	Системы хранения данных	16	8	8	0
5	Пакетная обработка данных	16	8	8	0
6	Основы безопасности	16	8	8	0
7	Грид системы	16	8	8	0
8	Облачные технологии	16	8	8	0
9	Фреймворки для физических экспериментов	16	8	8	0
Итого часов		136	68	68	0

Содержание темы (раскрыть содержание каждого занятия 3-4 предложениями)

Семестр (если семестров несколько): __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.

5. Пакетная обработка данных

PBS, Torque, Condor. Maui. Управление задачами.

Семестр (если семестров несколько): __2 (весенний) __

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.

6. Материально-техническая база

Если курс теоретический, можно не заполнять. Если лабы, то привести краткое описание

Указывается необходимое для обучения оборудование, демонстрационные приборы, мультимедийные средства и т.д.; требования к аудиториям – компьютерные классы, лаборатории, учебные аудитории и пр.

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 сри ядра, 4 гигабайта оперативной памяти.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

7.1. Основная литература:

1. The GRID: Blueprint for a New Computing Infrastructure (2nd Ed.) I. Foster, C. Kesselman
2. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер.. - СПб.: Питер, 2013. - 944 с.
3. Таненбаум, Э. Современные операционные системы (4-е издание) / Э. Таненбаум. - СПб.: Питер, 2017. - 1120 с.

7.2. Дополнительная литература:

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

7.3. Учебно-методическая литература *(необязательно)*:

7.4. Перечень ресурсов сети Интернет *(указывается сайт и расположенный на нём ресурс)*:

8. Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Перечень используемого в образовательном процессе программного обеспечения, информационных систем и мультимедийных технологий (демонстрация презентаций), систем дистанционного обучения, взаимодействия с обучающимися посредством видеоконференций и вебинаров

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

9. Методические указания

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 и понятия, 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 преподавателю.

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

10. Фонд оценочных средств

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

Приводится описание типовых вопросов и (или) заданий, шкала и критерии оценивания, методические рекомендации:

- примеры заданий контрольной работы;
- примеры задач из домашнего задания;
- темы рефератов, курсовых, докладов на семинаре.

10.2. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся *(по семестрам, в соответствии с видом отчетности: зачет, дифф. зачет, экзамен)*

Семестр 1 (диф. зачет)

Перечень контрольных вопросов *(не менее пяти вопросов/заданий)*

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 контрольных заданий (*не менее пяти вопросов/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 так же 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 так же умение восстанавливать виртуальную машину из существующего образа.

Семестр 2: Примеры экзаменационных билетов (если форма контроля - экзамен)

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.

10.3. Критерии оценивания

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 твердо 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 твердо 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.

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков

Дифференцированный зачёт (экзамен) проводится в письменной (устной) форме по билетам. В каждом билете представлено два теоретических вопроса. При проведении зачёта и экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.

11. Составители

Зав. кафедрой: _____ Казаков Д.И. _____
Дата обсуждения на заседании кафедры: ____31.08____ 2020 года

№	ФИО составителя программы	Ученая степень	Ученое звание
1.	Пелеванюк Игорь Станиславович	нет	нет