**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерные сети и хранилища данных

Computer Networks and Databases Storage

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 002744

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Цель курса:

* дать практические навыки работы с современными компьютерными сетями;
* теоретические и практические основы работы сетей на основе коммутации пакетов;
* история современных создания компьютерных сетей;
* работа стека протоколов TCP/IP;
* знакомство с сетевым оборудованием – хаб, свич, маршрутизатор, сетевая карта, модем;
* знакомство с основными технологиями, процессами, программными и аппаратными средствами, применяемыми для хранения данных;
* знакомство с технологиями виртуализации, облачными технологиями, принципами организации безопасного хранения и принципами управления хранением.

Основные задачи:

* понимание базовых принципов работы сети для передачи данных на основе коммутации пакетов;
* практическое использование утилит на занятиях;
* теоретическая и практическая работа с протоколами низкого уровня (стек TCP/IP);
* изучение основных методологий надежного и эффективного хранения данных с упором на хранение данных в IT инфраструктурах средних и крупных организаций.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Программа курса предназначена обучающимся 3-4 курса бакалавриата и рассчитана на обучающихся, изучавших основы разработки программного обеспечения, знакомых в базовом объеме с архитектурой современных компьютеров и сетей, а также владеющих базовыми навыками работы с компьютером.

Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающийся владеет знанием предметов:

* информатика и программирование;
* архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей;
* операционные системы (Windows или Linux);
* службы и сервисы в ОС;
* знание не менее одного скриптового языка.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

После прохождения курса обучающийся будет знать основные подходы к хранению данных в промышленных масштабах, иметь представление об основных применяемых технологиях, ориентироваться в высокоуровневой архитектуре построения корпоративных IT инфраструктур.

В результате изучения дисциплины «Компьютерные сети и хранилища данных» обучающийся должен:

* иметь представление об организации корпоративных инфраструктур хранения данных;
* иметь представление об организации компьютерных сетей;
* знать основные технологии надежного и эффективного хранения данных;
* овладеть основами облачных вычислений и организации облачных инфраструктур;
* овладеть основами управления хранением информации.

В процессе изучения курса обучаемые приобретают следующие знания:

* базовые основы функционирования компьютерной сети;
* понимание работы основных протоколов, таких как ARP, IPv4, TCP, UDP и ICMP;
* практическое владение утилитами;
* конфигурирование сети, поиск и устранение неполадок.

Дисциплина способствует формированию и развитию следующих компетенций:

* ПКП-4 – способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях;
* ПКП-5 – способен использовать основные методы и средства автоматизации проектирования, реализации, испытаний и оценки качества при создании конкурентоспособного программного продукта и программных комплексов, а также способен использовать методы и средства автоматизации, связанные с сопровождением, администрированием и модернизацией программных продуктов и программных комплексов;
* ПКП-6 – способен использовать знания направлений развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; современных системных программных средств: операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ; тенденции развития функций и архитектур проблемно-ориентированных программных систем и комплексов в профессиональной деятельности.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Занятия в активных и интерактивных формах в объёме 19 ак. часов: 16 ак. часов лабораторных работ, 3 ак. часа лекций, предполагающих активное обсуждение с преподавателем.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 48 |  | 2 |  | 16 |  |  |  | 2 |  |  |  | 4 |  | 36 |  | 19 | 3 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  | 2-8 |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 48 |  | 2 |  | 16 |  |  |  | 2 |  |  |  | 4 |  | 36 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: лекции в объеме 45 ак. часов в семестре, лабораторные работы в объёме 16 ак. часов.

Самостоятельная работа без участия преподавателя в объеме 4 часов в семестре (индивидуальная работа с информационными и образовательными ресурсами, имеющимися в библиотеке, в открытом доступе в сети Интернет с целью преодоления индивидуальных трудностей в освоении отдельных разделов курса, а также удовлетворения личных познавательных потребностей).

**Модуль 1. Хранение и управление данными**

1. Введение
   1. Задачи курса.
   2. Информация в современном мире. Рост объемов информации.
   3. Основные источники появления новой информации. Классификация информации.
   4. Требования к инфраструктуре хранения информации.
   5. Жизненный цикл информации и управление им.
2. Среда системы хранения данных.
   1. Основные компоненты среды системы хранения. Хост. Системы связи. Устройства хранения.
   2. Менеджер логических томов.
   3. Протоколы. Виды протоколов.
3. Дисковые накопители.
   1. Виды устройств долговременного хранения информации.
   2. Устройство дискового накопителя.
   3. Производительность дискового накопителя.
   4. SSD. Производительность SSD.
4. RAID массивы
   1. Причины появления.
   2. Основные идеи
   3. RAID 0. RAID 1.
   4. Вложенные RAID массивы.
   5. RAID 3. RAID4. RAID 5.
   6. RAID 6. Алгоритмические основы его работы.
   7. Сравнение RAID массивов
5. Интеллектуальные системы хранения данных.
   1. Компоненты.
   2. Кэш память. Алгоритмы управления кэш памятью.
   3. Системы хранения среднего и высшего класса.
   4. Системы хранения прямого подключения.
6. Сети хранения данных.
   1. SAN
   2. Топологии сетей.
   3. Зонирование
7. Сетевая система хранения данных
   1. NAS.
   2. Файловые системы.
   3. Компоненты NAS.
   4. Методы подключения.
8. Технологии IP SAN.
   1. Причины возникновения.
   2. Различные типы.
   3. Топологии.
9. Объектное хранение данных. Системы CAS.
   1. Компоненты CAS
   2. Фиксированный контент.
   3. Архитектура и алгоритмы работы CAS.
10. Виртуализация систем хранения.
    1. Технология виртуализации.
    2. Различные реализации виртуализации
    3. Virtual provisioning
11. Облачные инфраструктуры и хранение данных в них.
    1. Облачные вычисления. Основные свойства.
    2. Причины популярности облачных инфраструктур.
    3. Сравнение облачных инфраструктур с обычными.
    4. IaaS, PaaS, SaaS.
    5. Модели использования облаков.
    6. Структура облака. Управление облаком.
    7. Внедрение облаков. Основные проблемы.
12. Непрерывность бизнеса.
    1. Доступность информации. Средства восстановления.
    2. Отказоустойчивость.
    3. Многопутевое ПО.
13. Резервное копирование и восстановление.
    1. Резервное копирование. Гранулярность копирования.
    2. Алгоритмы копирования и восстановления.
    3. Топологии.
    4. Резервное копирование в разных средах.
    5. Ленточные библиотеки.
    6. Виртуальные ленточные библиотеки.
    7. Дедупликация данных.
14. Локальная репликация.
    1. Использование локальных реплик.
    2. Согласованность данных.
    3. Виды локальной репликации.
15. Удаленная репликация.
    1. Синхронная и асинхронная репликация.
    2. Виды удаленной репликации.
    3. Трехсторонняя репликация.
16. Безопасность инфраструктуры хранения.
    1. Элементы системы безопасности.
    2. Домены безопасности хранения.
    3. Безопасность в сетях SAN.
17. Управление инфраструктурой хранения.
    1. Мониторинг.
    2. Система предупреждений.
    3. Управление системами хранения.
    4. Необходимость стандартизации.
    5. Многоуровневое хранение.

**Модуль 2. Компьютерные сети**

1. История возникновения сетей.
2. Понятие "протокол". Примеры.
3. Понятия "стек протоколов" и "инкапсуляция".
4. Модель ISO/OSI.
5. Стеки сетевых протоколов (обзор, TCP/IP, IPS/SPX, NetBIOS).
6. Концертратор и коммутутор. Принципы работы.
7. Технологии Ethernet и Token Ring.
8. Технологии канального уровня (обзор).
9. Сетевой уровень. Понятие "маршрутизация".
10. IP-адреса и IP-сети (IP).
11. Разрешение IP-адреса в MAC-адрес (ARP).
12. Варианты использования протокола ICMP.
13. Понятие "транспорт" и сетезависимые уровни (TCP, UDP).
14. Сетевые устройства. Принципы работы.
15. Шлюз по умолчанию.
16. Динамическое конфигурирование хостов (DHCP).
17. Понятия "клиент" и "сервер" в локальных сетях.
18. Туннель.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

В качестве методических пособий рекомендуется использовать:

- литературу по теме курса;

- презентации с отобранными материалами по курсу.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов, на подготовку ответа на которые даётся не менее одного академического часа (при подготовке можно пользоваться литературой). После ответа на вопросы билета преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего экзамен.

**Критерии оценки на экзамене**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Дан полный ответ на вопросы по билету, приведены обоснования необходимых утверждений, обнаружено всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий курса, проявил творческие способности в понимании и использовании учебного материала. | A | отлично |
| Допущены неточности в ответе, непринципиальные ошибки, исправленные самостоятельно после наводящих вопросов, обоснования утверждений приведены схематично. Обучающийся способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний по курсу в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. | B | хорошо |
| Допущены неточности в ответе, обоснования утверждений приведены схематично. Обучающийся способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний по курсу в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности. | C |
| Допущены существенные ошибки, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности (основные определения, формулы, формулировки утверждений). Обучающийся знаком с основной литературой, рекомендованной программой. | D | удовлетворительно |
| Допущены грубые ошибки. Знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности (основные определения, формулы, формулировки утверждений). | E |
| В остальных случаях | F | неудовлетворительно |

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Пример вопросов к экзамену:

1. Информация в современном мире. Рост объема информации, основные факторы, последствия для инфраструктуры хранения
2. Общие требования к инфраструктуре хранения информации
3. Структура информационного центра, его составляющие
4. Основные компоненты среды системы хранения информации, их структура и характеристики
5. Хост, физические и логические компоненты хоста
6. Менеджер логических томов. Файловые системы
7. Соединение устройств. Физические и логические компоненты
8. Дисковый накопитель, его физическая и логическая структура. Производительность дискового устройства.
9. SSD – принципы работы, достоинства и недостатки
10. Причины и цели появления RAID-массивов
11. RAID 0 и RAID 1
12. RAID 0+1 и RAID 1+0
13. RAID 3, RAID 4, RAID 5
14. RAID 6, алгоритм работы
15. Интеллектуальные системы хранения данных, основные принципы и общая структура
16. Принципы работы кэш-памяти, алгоритмы управления кэш-памятью
17. Системы хранения прямого подключения
18. Сети хранения данных (SAN) – общая характеристика
19. Концентраторы, коммутаторы, топологии SAN сети
20. Сетевая система хранения данных (NAS) – общая характеристика
21. Компоненты NAS, реализация файлового сервера посредством массива хранения данных блочного доступа. Совместное использование массиво хранения в NAS и SAN.
22. Использование IP сетей в SAN
23. Архитектура CAS, запись и извлечение информации
24. Фиксированный контент, его хранение в CAS, дополнительная функциональность CAS
25. Концепция виртуализации. Ее применение при виртуализации памяти, сети, серверов.
26. Виртуальное распределение памяти (virtual provisioning). Области применения, преимущества и недостатки.
27. Традиционная и облачная инфраструктура. Основные различия, преимущества и недостатки каждой.
28. Причины использования облачной инфраструктуры. Модели предоставляемых сервисов (IAAS, PAAS, SAAS)
29. Модели использования облаков (публичное, частное, общественное, гибридное).
30. Физическая и виртуальная структура облака. Управление облаком.
31. Доступность информации. Причины недоступности. Отказоустойчивость. Многопутевое ПО.
32. Резервное копирование. Гранулярность.
33. Организация резервного копирования. Задействованные компоненты. Копирование и восстановление.
34. Топологии резервного копирования. Примеры.
35. Технологии резервного копирования. Преимущества и недостатки.
36. Ленточные библиотеки
37. Использование дисков для резервного копирования. Виртуальная ленточная библиотека.
38. Локальная репликация. Сложности при репликации согласованных данных
39. Алгоритмы локальной репликации на основе хоста
40. Алгоритмы локальной репликации на основе устройства хранения
41. Удаленная репликация и ее особенности. Синхронная и асинхронная репликация.
42. Технологии удаленной репликации, репликация под управлением хоста и под управлением массива хранения.
43. Трехсторонняя репликация, ее виды
44. Безопасность инфраструктуры хранения. Основные принципы.
45. Элементы системы безопасности. Триада риска.
46. Домены безопасности хранения. Угрозы и средства контроля для каждого домена.
47. Мониторинг системы хранения. Отслеживаемые параметры. Мониторинг хоста, сети и массива хранения.
48. Управление инфраструктурой хранения, ее составляющие. Возможные действия по управлению разными ресурсами.
49. Многоуровневое хранение

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Не требуется.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран, др. оборудование.

Аудитории должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в редакции от 21 июня 2016 года.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

В аудиториях, где проводятся лекционные занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них. Для показа слайдов необходим компьютер с установленным программным обеспечением для работы со слайдами в форматах PDF, PPT, PPTX и подключенный к нему мультимедийный проектор с экраном.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не требуется.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не требуется.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Для аудиторий с маркерными досками необходимы стирающиеся маркеры в объёме, достаточном для проведения курса. Для аудиторий с меловыми досками необходим мел в объёме, достаточном для проведения курса. Канцелярские принадлежности в объёме, достаточном для проведения курса.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. От хранения данных к управлению информацией. Второе издание, Питер, 2016.
2. Марк Фарли. Сети хранения данных. Второе издание, Лори, 2003.
3. Смирнов В. Системы хранения данных – тенденции, решения, перспективы. Корпоративные системы, 2002, №3, C. 24–29.
4. Денис Голубев, Алексей Лобанов. Сети хранения данных (SAN). Jet Info, 9, 2002.
5. А.К. Лобанов. Методы построения систем хранения данных. Jet Info Online, 7, 2003.
6. <http://www.fibrechannel.ru/>.
7. <http://www.connect.ru/journal_search.asp?topic=24>.
8. Trippens, Ulf, Erkens, Rainer, Mueller-Friedt, Wolfgang, Wolafka, Rainer, Haustein, Nils. Storage Networks Explained: Basics and Application of Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI, Infiniband and FCoE. Wiley, 2009.
9. Эндрю Таненбаум, Компьютерные сети (4-е издание)
10. Виктор Олифер, Наталия Олифер, Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник (5-е издание).

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Allan N. Packer. Configuring and Tuning Databases on the Solaris Platform. Sun Microsystems Press.
2. Гук М. Дисковая подсистема ПК. Санкт-Петербург, 2001.
3. Stan Stringfellow, Miroslav Klivansky, Michael Barto. Backup and Restore Practices for the Enterprise. Prentice Hall PTR.
4. <https://www.rfc-editor.org/>.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Ресурсы сети Интернет.

**Раздел 4. Разработчики программы**

В.М. Нестеров, д.ф.-м.н., доцент.

Зеленчук Илья Валерьевич, старший преподаватель кафедры системного программирования, мат-мех, СПбГУ, Ilya@hackerdom.ru.