**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерные сети: протоколы и безопасность

Computer Networks: Protocols and Security

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 051778

**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- курса бакалавриата и рассчитана на 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 1 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 протоколы и безопасность» 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.

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

Активных и интерактивных форм учебных занятий – 40 часов.

Интерактивные лекции.

Самостоятельная работа в присутствии преподавателя: индивидуальная работа с доступными информационными и образовательными ресурсами, имеющимися в библиотеке, в открытом доступе в сети Интернет и локальной сети Университета с целью преодоления индивидуальных трудностей в освоении отдельных разделов предмета, а также удовлетворения личных познавательных потребностей; решение задач.

**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.) |
| ТРАЕКТОРИЯ 5 СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 30 |  |  | 10 |  | 10 | 2 |
|  | 2-100 |  |  |  |  |  |  |  | 10-25 |  |  | 10-25 |  |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 30 |  |  | 10 |  |  | 2 |
| ТРАЕКТОРИЯ 6 СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 6 | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 30 |  |  | 8 |  | 30 | 2 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  | 10-25 |  |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  | 30 |  |  | 8 |  |  | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| ТРАЕКТОРИЯ 5 СЕМЕСТРА | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |
| ТРАЕКТОРИЯ 6 СЕМЕСТРА | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 6 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**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:

- задания для самостоятельного выполнения;

- литературу по теме курса;

- презентации с отобранными материалами по курсу.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться студентами для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует создания условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

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

Аппарат контроля усвоения материала включает в себя зачет и итоговый экзамен по изложенному материалу.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы зачёта и экзамена категорически запрещено. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт и учащийся удаляется с зачета (экзамена).

После ответа на основные и дополнительные вопросы при согласии ему выдается задача на доказательство, требующая применения основных идей курса.

На зачете по совокупности ответов экзаменуемого выставляется оценка «Зачёт», «Незачёт».

Критерии получения «зачёт» за ответ на зачёте:

«Зачёт» выставляется, если выполняются три условия:

1. Экзаменуемым даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;

2. Экзаменуемый отвечает на все дополнительные вопросы

3. Экзаменуемый решил выданную задачу.

«Незачёт» выставляется, если не выполняются условия для получения «зачтено».

Оценка «зачтено» (**A**) ставится за полные ответы на вопросы билета, а также на дополнительные вопросы по теоретическому курсу, при условии, что в процессе всего ответа не было допущено грубых неточностей. за подготовку двух докладов-презентаций на выбранную обучающимся и согласованную с преподавателем тему; выступление с докладом на семинаре; грамотные ответы на вопросы преподавателя и слушателей по теме сообщения. А также за активную работу на семинарах: участие в обсуждении докладов других студентов, правильные ответы на вопросы преподавателя по другим темам семинара

Оценка «зачтено» (**B**) ставится за грамотные ответы на вопросы билета, возможно, с некоторыми неточностями, а также на дополнительных вопросы по курсу, которые задаются устно, обучающийся отвечает на них письменно и затем комментирует ответ устно. за подготовку двух докладов-презентаций на выбранную обучающимся и согласованную с преподавателем тему; выступление с докладом на семинаре; грамотные ответы на вопросы преподавателя и слушателей по теме сообщения.

Оценка «зачтено» (**С**) ставится за грамотные ответы на вопросы билета, возможно, с несущественными ошибками, а также на дополнительных вопросы по курсу, которые задаются устно, обучающийся отвечает на них письменно и затем комментирует ответ устно. за подготовку двух докладов-презентаций на выбранную обучающимся и согласованную с преподавателем тему; выступление с докладом на семинаре; грамотные ответы на вопросы преподавателя и слушателей по теме сообщения.

Оценка «зачтено» (**D**) ставится за содержательный в целом, но не полный письменный ответ на вопросы билета и на дополнительные вопросы по билету, без грубых ошибок,. выступление с 2 докладами на семинаре; грамотные ответы на вопросы преподавателя и слушателей по теме сообщения.

Оценка «зачтено» (**E**) ставится за содержательный в целом, но не полный письменный ответ на вопросы билета и на дополнительные вопросы по билету, без грубых ошибок, выступление с 2 докладами на семинаре; грамотные ответы на вопросы преподавателя и слушателей по теме сообщения.

Оценка «незачтено» (**F**) ставится в остальных случаях.

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов.

Критерии выставления оценок:

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

Оценка «отлично» (A) ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» (B) ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» (C) ставится за полный ответ на вопросы билета с небольшими неточностями.

Оценка «удовлетворительно» (D) ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «удовлетворительно» (E) ставится за знание основных формулировок (по одной из каждого вопроса) с подсказками со стороны преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» (F) выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

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

Вопросы по курсу:

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 логичесие 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**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ 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 оборудованная лекционная аудитория или компьютерный класс.

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

Проектор, маркерная доска;  
Компьютеры с системой ОС Windows или ОС GNU/Linux;  
Wi-Fi точка доступа, подключенная к подсети компьютеров в классе;  
Открытый доступ в Интернет.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Для демонстрации презентации необходим MS PowerPoint.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Специальных требований нет.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Смирнов В. Системы хранения данных – тенденции, решения, перспективы. Корпоративные системы, 2002, №3, C. 24–29.
2. Голубев Денис, Лобанов Алексей. Сети хранения данных (SAN). Jet Info, 9, 2002.
3. Лобанов А.К.. Методы построения систем хранения данных. Jet Info Online, 7, 2003.
4. 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.
5. Таненбаум Эндрю, Компьютерные сети (4-е издание).
6. Олифер Виктор, Олифер Наталия, 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. Stan Stringfellow, Miroslav Klivansky, Michael Barto. Backup and Restore Practices for the Enterprise. Prentice Hall PTR.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. <http://www.fibrechannel.ru/>.

2. <http://www.connect.ru/journal_search.asp?topic=24>.

3. <https://www.rfc-editor.org/>.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Нестеров В.М., д.ф.-м.н., доцент.

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