**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Хранение и управление данными

Information Storage and Management

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 002889

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

* 1. **Цели и задачи учебных занятий**

Основная цель дисциплины «Хранение и управление данными» – дать обучающемуся представление об основных методологиях надежного и эффективного хранения данных с упором на хранение данных в IT инфраструктурах средних и крупных организаций. Слушатели курса знакомятся с основными применимыми технологиями, процессами, программными и аппаратными средствами.

Программа курса также включает в себя знакомство с технологиями виртуализации, облачными технологиями, принципами организации безопасного хранения и принципами управления хранением.

**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

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

После освоения дисциплины 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 обучающийся должен:

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

Компетенции, которые формируются у обучающихся в процессе изучения дисциплины:

* ОПК-1 – способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
* ОПК-3 – способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения;
* ОПК-4 – способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов;
* ПКА-1 – способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий;
* ПКП-1 – способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности;
* ПКП-2 – способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;
* 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;
* ПКП-8 – способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования;
* УКБ-3 – способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

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

Занятия в активных формах: лекции, предполагающие дискуссию с преподавателем, 4 академических часа.

**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 | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  |  |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  |  | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1. | Введение | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 5 |
| 2. | Среда системы хранения данных. | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 5 |
| 3. | Дисковые накопители | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 5 |
| 4. | RAID массивы | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 5 |
| 5. | Интеллектуальные системы хранения данных | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 6. | Сети хранения данных | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 7. | Сетевая система хранения данных | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 8. | Технологии IP SAN | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 9. | Объектное хранение данных. Системы CAS | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 10. | Виртуализация систем хранения | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 11. | Облачные инфраструктуры и хранение данных в них | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 12. | Непрерывность бизнеса | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 13. | Резервное копирование и восстановление | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 14. | Локальная репликация | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 15. | Удаленная репликация | лекции | 2 |
| по методическим материалам | 4 |
| 16. | Безопасность инфраструктуры хранения | лекции | 1 |
| по методическим материалам | 4 |
| 17. | Управление инфраструктурой хранения | лекции | 1 |
| по методическим материалам | 4 |
|  | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 36 |
| консультации | 2 |
| экзамен | 2 |
| **Итого** | | | **144** |

Раздел 1

* Задачи курса
* Информация в современном мире. Рост объемов информации.
* Основные источники появления новой информации. Классификация информации.
* Требования к инфраструктуре хранения информации.
* Жизненный цикл информации и управление им.

Раздел 2

* Основные компоненты среды системы хранения. Хост. Системы связи. Устройства хранения.
* Менеджер логических томов.
* Протоколы. Виды протоколов.

Раздел 3

* Виды устройств долговременного хранения информации.
* Устройство дискового накопителя.
* Производительность дискового накопителя.
* SSD. Производительность SSD.

Раздел 4

* Причины появления.
* Основные идеи
* RAID 0. RAID 1.
* Вложенные RAID массивы.
* RAID 3. RAID4. RAID 5.
* RAID 6. Алгоритмические основы его работы.
* Сравнение RAID массивов

Раздел 5

* Компоненты.
* Кэш память. Алгоритмы управления кэш памятью.
* Системы хранения среднего и высшего класса.
* Системы хранения прямого подключения.

Раздел 6

* SAN
* Топологии сетей.
* Зонирование

Раздел 7

* NAS.
* Файловые системы.
* Компоненты NAS.
* Методы подключения.

Раздел 8

* Причины возникновения.
* Различные типы.
* Топологии.

Раздел 9

* Компоненты CAS
* Фиксированный контент.
* Архитектура и алгоритмы работы CAS.

Раздел 10

* Технология виртуализации.
* Различные реализации виртуализации
* Virtual provisioning

Раздел 11

* Облачные вычисления. Основные свойства.
* Причины популярности облачных инфраструктур.
* Сравнение облачных инфраструктур с обычными.
* IaaS, PaaS, SaaS.
* Модели использования облаков.
* Структура облака. Управление облаком.
* Внедрение облаков. Основные проблемы.

Раздел 12

* Доступность информации. Средства восстановления.
* Отказоустойчивость.
* Многопутевое ПО.

Раздел 13

* Резервное копирование. Гранулярность копирования.
* Алгоритмы копирования и восстановления.
* Топологии.
* Резервное копирование в разных средах.
* Ленточные библиотеки.
* Виртуальные ленточные библиотеки.
* Дедупликация данных.

Раздел 14

* Использование локальных реплик.
* Согласованность данных.
* Виды локальной репликации.

Раздел 15

* Синхронная и асинхронная репликация.
* Виды удаленной репликации.
* Трехсторонняя репликация.

Раздел 16

* Элементы системы безопасности.
* Домены безопасности хранения.
* Безопасность в сетях SAN.

Раздел 17

* Мониторинг.
* Система предупреждений.
* Управление системами хранения.
* Необходимость стандартизации.
* Многоуровневое хранение.

**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 обучающимися 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**

*Методика проведения экзамена*

Экзамен проводится в устной форме с предварительной подготовкой. Обучающемуся предлагается 2 вопроса, при этом один из вопросов может быть задачей. При необходимости обучающему могут быть заданы несколько дополнительных вопросов по всем изученным темам. Не разрешается пользоваться никакими вспомогательными материалами и устройствами помимо ручки и чистой бумаги. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и обучающийся удаляется с экзамена.

За каждый вопрос обучающийся может получить от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ) баллов. Результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100. Оценка выставляется в соответствии с таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении зачёта | Оценка ECTS |
| 90-100 | отлично | A |
| 80-89 | хорошо | B |
| 70-79 | хорошо | C |
| 61-69 | удовлетворительно | D |
| 50-60 | удовлетворительно | E |
| менее 50 | неудовлетворительно | F |

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

**3.1.4.1. Формируемые дисциплиной компетенции**

Компетенции, развиваемые дисциплиной:

ОПК-1 – способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;

ОПК-3 – способен применять современные информационные технологии, в том числе отечественные, при создании программных продуктов и программных комплексов различного назначения;

ОПК-4 – способен участвовать в разработке технической документации программных продуктов и программных комплексов;

ПКА-1 – способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий;

ПКП-1 – способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности;

ПКП-2 – способен решать задачи в области развития науки, техники и технологии с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности;

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;

ПКП-8 – способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования;

УКБ-3 – способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности

Шкалы оценивания всех компетенций линейные, степень сформированности определяется долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию

**3.1.4.2. Контрольно-измерительные материалы (примеры)**

*Пример списка вопросов для устного экзамена*

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**

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**

Специальных требований нет.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

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

В аудиториях, где проводятся занятия, необходимо наличие досок и средств письма на них.

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

Аудитории для проведения занятий должны быть оснащены проекционной техникой и компьютером.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специальных требований нет.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Специальных требований нет.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. От хранения данных к управлению информацией. Второе издание, Питер, 2016.
2. Смирнов В. Системы хранения данных – тенденции, решения, перспективы. Корпоративные системы, 2002, №3, C. 24–29.
3. Денис Голубев, Алексей Лобанов. Сети хранения данных (SAN). Jet Info, 9, 2002.
4. А.К. Лобанов. Методы построения систем хранения данных. Jet Info Online , 7, 2003.
5. <http://www.fibrechannel.ru/>
6. <http://www.connect.ru/journal_search.asp?topic=24>
7. 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.

**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.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Ресурсы сети Интернет.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Терехов Андрей Николаевич, д.ф-м.н, профессор, +7 (812) 4284233, a.terekhov@spbu.ru