

**Санкт-Петербургский филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"»**

Факультет Санкт-Петербургская школа  
физико-математических и компьютерных наук  
Департамент информатики

**Рабочая программа дисциплины  
Алгоритмы для хранения данных**

для образовательной программы «Программирование и анализ данных»  
направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»  
уровень магистратура

Разработчик: Чернышев Георгий Алексеевич, gchernishev@hse.ru

Утверждена Академическим руководителем образовательной программы

«31» августа 2018 г.

А.В. Омельченко \_\_\_\_\_

Санкт-Петербург, 2018

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*

## 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Алгоритмы для хранения данных», учебных ассистентов и студентов направления 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» подготовки магистров, обучающихся по программе «Прикладная математика и информатика» и изучающих дисциплину «Алгоритмы для хранения данных».

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата), утвержденным ученым советом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», протокол от 03.03.2017 №02.
- Основной профессиональной образовательной программой «Прикладная математика и информатика» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»;

## 2. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Алгоритмы для хранения данных» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по основам построения и работы с системами хранения данных.

Студенты получают представление о реализации способов обработки и исполнения запросов в системах управления базами данных.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- Знать технологии хранения (базы данных) и обработки аналитической информации, в том числе распределенной.
- Уметь разрабатывать эффективные алгоритмы для хранения данных.
- Иметь навыки (приобрести опыт) применения математического аппарата и инструментальных средств, используемых в информационно-аналитических системах.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ОС НИУ ВШЭ	Уровень формирования компетенции	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции	Форма контроля уровня сформированности и компетенции
Способен решать проблемы в профессиональной деятельности на основе анализа и синтеза	УК-3	РБ СД	Знает основные способы построения баз данных. Умеет анализировать требования в создаваемых базах данных для выбора оптимального способа построения базы данных.	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен

		МЦ	Владет навыками построения базы данных выбранным оптимальным способом.		
Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК -1	РБ  СД  МЦ	Знает технологии хранения (базы данных) и обработки аналитической информации, в том числе распределенной. Разрабатывает эффективные алгоритмы для хранения данных. Применяет математический аппарат и инструментальные средства, используемые в информационно-аналитических системах.	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен
Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК -3	РБ  СД  МЦ	Знает основные математические модели, применяемые при построении баз данных. Проверяет оптимальность построенных моделей для поставленной задачи, и модифицирует их. Использует модифицированные математические модели для построения базы данных.	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен
Способен вести письменную и устную коммуникацию на русском и иностранном языках в рамках профессионального и научного общения	ОПК -5	РБ  СД	Знает общую, общенаучную и деловую лексику применяемую в области построения и использования баз данных. Умеет вести дискуссию на русском и английском языках о выборе наиболее подходящего типа	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен

		МЦ	СУБД для поставленной задачи. Владеет навыками устной и письменной коммуникации, направленной на анализ построенных СУБД.		
Способен разрабатывать и реализовывать в виде программного модуля алгоритм решения поставленной теоретической или прикладной задачи на основе математической модели	ПК-2	РБ  СД  МЦ	Знает технологии хранения (базы данных) и обработки аналитической информации, в том числе распределенной. Разрабатывает эффективные алгоритмы для хранения данных. Владеет математическим и аппаратом и инструментальными средствами, используемым в информационно-аналитических системах.	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен
Способен анализировать, писать и редактировать академические и технические тексты на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной и научной деятельности в области математики и компьютерных наук	ПК-4	РБ  СД  МЦ	Знает основные книги, журналы, научные конференции на русском и английском языках, посвященные вопросам построения реляционных СУБД различного типа. Анализирует разные ресурсы, посвященные различным типам реляционных и нереляционных баз данных, для выбора оптимального способа реализации в соответствии с поставленной задачей. Владеет навыками создания сопровождающей технической документации для	Лекции, подготовка к практическим занятиям, работа на практических занятиях, самостоятельная работа	Курсовой проект, устный экзамен

			разработанной базы данных на русском и английском языках.		
--	--	--	---	--	--

#### 4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Для образовательной программы «Прикладная математика и информатика» направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» настоящая дисциплина относится к дисциплинам по выбору блока дисциплин.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, полученные в ходе изучения дисциплин:

- Базы данных;
- Архитектура компьютера и операционные системы;
- Язык программирования C++.

#### 5. Тематический план учебной дисциплины

Курс рассчитан на 60 часов аудиторной нагрузки, из них 30 часов лекций и 30 часов практических занятий, общим объемом 4 зачетных единиц (152 часа).

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические занятия	
1	Принципы построения реляционных СУБД	26	5	0	5	16
2	Отдельные вопросы построения распределенных СУБД	25	5	0	5	15
3	Колоночные СУБД	25	5	0	5	15
4	Неклассические типы СУБД: XML, графовые, объектные	26	5	0	5	16
5	Элементы многомерного индексирования	25	5	0	5	15
6	Задача настройки СУБД.	25	5	0	5	15
ИТОГО		152	30	0	30	92

#### 6. Содержание дисциплины

<u>Раздел 1</u> Принципы построения реляционных СУБД	
Тема 1	Основные компоненты реляционных СУБД. Основные стадии обработки запроса. Понятие дерева запроса. Итераторная модель Volcano. Способы реализации различных реляционных операций. Понятие перезаписи запроса, основные типы преобразований.

Тема 2	Оптимизация запроса, типы оптимизаторов. Логическая и физическая алгебра. Понятие графа соединений. Алгоритм построения кустистых деревьев. Понятие гистограммы, основные типы гистограмм.
<u>Раздел 2</u> Отдельные вопросы построения распределенных СУБД	
Тема 1	Распределенные СУБД: история и назначение. Понятие прозрачности в распределенных СУБД. Виды прозрачности. Фрагментация и репликация в распределенных СУБД. Аспекты распределенных СУБД: автономность, распределенность, гетерогенность. Основные типы распределенных СУБД.
Тема 2	Принципы оптимизации в распределенных СУБД. Два типа стоимостных моделей для распределенной оптимизации. Исполнение запросов в распределенных СУБД. Исполнение запросов в клиент-серверных распределенных СУБД, стратегии исполнения. Оптимизация запросов в клиент-серверной системе. Двухшаговый подход. Исполнение запросов в гетерогенных РСУБД. Статистическая информация в гетерогенных системах.
<u>Раздел 3</u> Колоночные СУБД	
Тема 1	Понятие колоночной СУБД, история колоночных СУБД. Предпосылки к появлению и популяризации данного подхода. OLAP и OLTP, схемы звезда и снежинка. Колоночные СУБД в оперативной памяти и дисковые системы. Общая архитектура колоночной системы. Сжатие в колоночных СУБД. Понятие ранней и поздней материализации, их влияние на выполнение запросов. Реализация различных операторов в дисковой колоночной системе. Проблема упорядоченного чтения с диска.
Тема 2	Архитектура компьютера: взгляд со стороны разработчика СУБД. Колоночная СУБД в памяти на примере системы MonetDB. Понятие ВАТ-алгебры. MonetDB как исследовательская платформа. Подход Database Cracking. Метод переиспользования промежуточных результатов. Основные идеи MonetDB/X100. Эксперименты с варьированием размера вектора.
<u>Раздел 4</u> Неклассические типы СУБД: XML, графовые, объектные	
Тема 1	Язык запросов XML: история, смысл, приложения. Языки запросов к XML: XPath и XQuery. Индексирование XPath: ID, Dewey, интервальная схема. Индексирование путей, классификация. Обзор систем выполнения XQuery: нативные (Timber), реляционные (Pathfinder), гибридные (DB2 XML). Вычисление XPath запросов на примере алгоритма PathStack, идея алгоритма TwigStack.
Тема 2	Критика реляционной модели. OODB и ORDB. Схема данных в OODB и ORDB. Запросы в OODB и ORDB. Архитектура объектных систем, основные вопросы. Специфика оптимизации в объектных системах. Объектные сервера и страничные сервера. Управление буфером в объектных системах. Управление OID: стратегии POID и LOID. Виды LOID, генерация LOID, трансляция LOID в POID. Хардварный и софтверный Pointer Swizzling. Понятие Path Expression, элементы оптимизации.
Тема 3	Графы в базах данных, смысл и история. Классификация запросов в графовых СУБД. Два типа систем для обработки графов. Основы языка PQL. Система SGBE: представление графов, модель данных. Использование UDA и UDF в SGBE. Федерирование в SGBE. Классы языков запросов к графовым данным: CQ, RPQ, CRPQ, ECRPQ.
<u>Раздел 5</u> Элементы многомерного индексирования	

Тема 1	Понятие индекса. В и В+ дерево. Многомерное индексирование, двухшаговая схема. Типы запросов к многомерному индексу. R-дерево: определение, история, свойства. Варианты R-дерева. Вычисление запроса с использованием R-дерева. Алгоритм вставки в R-дерево. Задача расщепления в R-дерево.
Тема 2	Классификация методов многомерного индексирования. KD дерево как пример sparse-partitioning структур. Алгоритм построения, пример. Алгоритм вычисления запроса. Современное состояние дел в области деревьев для многомерного индексирования. Locality-Sensitive Hashing, основы.
<u>Раздел 6</u> Задача настройки СУБД.	
Тема 1	Задача настройки СУБД. Автоматическая настройка СУБД, история, релевантность. Подходы к настройке физического уровня. Формальная постановка задачи, три компонента. Классификация методов решения. Процедурные и стоимостные методы.
Тема 2	Горизонтальное фрагментирование, свойства, типы. Кластеризация записей. Распространение фрагментов по ключам. Задача размещения данных, типы постановок. Итеративное и комбинированное решение задач размещения и фрагментирования. Динамическая постановка задачи размещения.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	4 год		Параметры
		1 модуль	2 модуль	
Текущий	Курсовой проект		*	Курсовой проект
Итоговый	Устный экзамен		*	Экзамен в устной форме

### 7.2. Критерии и шкалы оценки, примеры заданий

#### 7.2.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств.

#### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

*Курсовой проект выдается студентам в одном варианте и состоит из 15 задач. Каждой задаче присвоен свой балл. Срок выполнения курсовой работы - 10 недель. Форма представления обучающимся домашнего задания - реализованный исполнитель запросов.*

Индивидуальный проект по построению исполнителя запросов. Данный проект имитирует разработку исполнителя запросов для реляционной СУБД. На одном из первых заданий студентам выдается “каркас” СУБД, который можно расширять. Проект реализуется через последовательное совершенствование выданной системы путем реализации отдельных компонентов системы выраженных в виде отдельных заданий. Каждое из этих заданий сдается и засчитывается по отдельности.

Задания:

В прототипе СУБД, выданном на занятии:

Задача 1. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]



Добавить оператор cross-product, который попарно конкатенирует результаты (как строки); например:  $((1, 5), (2, 3), (3, 4)) \times ((2, 3), (2, 4), (3, 5)) = ((1, 5, 2, 3), (1, 5, 2, 4), (1, 5, 3, 5), (2, 3, 2, 3), (2, 3, 2, 4), (2, 3, 3, 5), (3, 4, 2, 3), (3, 4, 2, 4), (3, 4, 3, 5))$ .

Задача 2. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать оператор проекции.

Задача 3. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Реализовать поддержку предикатов “=” и “=>”.

Задача 4. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать нормальную фабрику, такую, чтобы строила физические деревья произвольной глубины, с использованием и прямого произведения и проекции.

Задача 5. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Добавить оператор удаления дубликатов.

Задача 6. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать поблочную обработку, система должна параметризовываться максимальным размером блока (в записях), который может передаваться между операторами. Обратите внимание, что все операторы с этого момента должны быть блочными (совет: используйте конечный автомат).

Задача 7. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Реализовать три различных физических оператора экви-соединения: block nested loop join, block sort-merge join, hash join. Пока что выбор фиксировать в логическом дереве, сделать так, чтобы мета-информация генерировалась корректно.

Задача 8. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать оператор UNION (подготовка к сложным предикатам).

Задача 9. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Реализовать сбор статистики на уровне оператора: сколько записей пришло снизу, сколько записей ушло наверх, сколько накоплено (для  $h_j$ ), какая оказалась селективность предикатов в select-е (хотелось бы уметь вызывать его в любой момент времени) и другое что посчитаете разумным.

Задача 10. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать одномерную равноглубинную гистограмму, ее основе оценивать селективность предикатов (путем случайной выборки).

Задача 11. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Сделать поддержку AND/OR предикатов со скобками.

Задача 12. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Придумать и реализовать модель вычисления селективности для join и cross-product.

Задача 13. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Считать селективность всего запроса. Сравнить с собранной статистикой, понять когда модель начинает сильно ошибаться (запросы только с AND, считать что корреляции в данных нет). Придумать хорошие запросы, с несколькими (три хватит) join сгенерировать/достать большие данные.

Задача 14. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Реализовать разумный выбор соединений: учитывать отсортированность (sort-merge), объем доступной памяти (параметр у отношения, hash joins), размер (nested loop)ю

Задача 15. [максимум 2 балла за правильно выполненную задачу]

Разобрать самостоятельно и реализовать double-pipelined hash join. При этом память не должна утекать, ошибок работы с памятью быть не должно, проверять всё с помощью Valgrind. Интерфейс сильно менять нельзя. Впрочем, если студент сможет убедительно обосновать почему, то можно.

Трудоемкость выполнения отдельных заданий составляет в среднем 1,5 часа. При этом первые задания проще последующих.

Источники информации:

1. Материалы лекций

## 2. Список литературы курса

### Критерии оценивания и шкала оценки курсовой работы

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Решено задач на 24 или более баллов
«Хорошо» (6-7)	Решено задач на 18-23 баллов
«Удовлетворительно» (4-5)	Решено задач на 12-17 баллов
«Неудовлетворительно» (0-3)	Решено задач на менее чем 12 баллов

### 7.2.2. Итоговый контроль по дисциплине

Проверка качества освоения дисциплины производится в форме устного экзамена.

#### УСТНЫЙ ЭКЗАМЕН

*Экзамен проводится в форме ответов на вопросы экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит два вопроса из перечня вопросов к экзамену. На подготовку ответа выделяется 2,5 часа.*

#### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Реляционная СУБД: общие моменты, компоненты. Как происходит обработка запроса, основные фазы. Основные компоненты оптимизатора. Итераторная модель Volcano: идея, устройство узла.
2. Реализация операций выборка и проекция. Способы реализации операции соединение. Реализация операции агрегация.
3. Понятие перезаписи запроса. Основные типы преобразований. Понятие оптимизации запроса. Оптимизация запроса на примере классических систем (System R, Starburst, Volcano). Понятие канонического представления, пример. Логическая и физическая алгебра. Трансформационный оптимизатор.
4. Конструктивный оптимизатор. Деревья операторов: линейные деревья, лево-линейный деревья, кустистые деревья. Понятие графа соединений и смысл. Алгоритм для построения кустистых деревьев. Элементы оптимизации сложных запросов.
5. История гистограмм. Смысл использования гистограмм в СУБД. Определение и пример гистограммы. Основные понятия гистограммы: спред, площадь и частота. Равноширинные гистограммы. Пример серийной гистограммы. Экспериментальное исследование различных типов гистограмм.
6. Классификация гистограмм по параметру источника и параметру сортировки. Равноглубинные гистограммы: алгоритм построения, пример. Класс серийных гистограмм: понятие, описание v-optimal и spline-based.
7. Распределенные СУБД: история и назначение. Транспарентность в РСУБД. Фрагментация и репликация в РСУБД. Аспекты РСУБД: автономность, распределенность, гетерогенность.

8. Основные типы РСУБД: клиент-серверные, P2P РСУБД, гетерогенные мультибазы.
9. Оптимизация в РСУБД в общем. Два типа стоимостных моделей для распределенной оптимизации, пример. Исполнение запросов в РСУБД.
10. Исполнение запросов в клиент-серверных РСУБД, стратегии. Оптимизация в клиент-серверной системе. Двухшаговый подход. Исполнение запросов в гетерогенных РСУБД. Статистическая информация в гетерогенных системах.
11. Представление данных на диске, слотированная страница. История колоночных систем. Две предпосылки к популяризации колоночного подхода. Предшественники колоночных систем. Два подхода к построению колоночной системы. Общая архитектура колоночной системы.
12. Сжатие в колоночных системах: алгоритмы, почему именно легковесные схемы. Операции над сжатыми данными. Поздняя и ранняя материализация в запросах с агрегацией без соединений.
13. OLAP и OLTP, схемы звезда и снежинка. Выполнение соединений с помощью стратегий поздней и ранней материализации. Проблемы поздней материализации и диска. Невидимое соединение: алгоритм и преимущества.
14. Алгоритм соединения Jive Join. Понятие join index. Алгоритм FlashJoin “на пальцах”. Сравнение Row-Store и Column-Store.
15. Архитектура компьютера: взгляд со стороны разработчика СУБД. Колоночная СУБД в памяти на примере MonetDB. Оператор Cache-conscious соединения.
16. MonetDB как исследовательская платформа. Подход Database Cracking. Метод переиспользования промежуточных результатов. Основные идеи MonetDB/X100. Эксперименты с варьированием размера вектора.
17. Язык запросов XML: история, суть, приложения. Языки запросов к XML: XPath и XQuery. Индексирование XPath: ID, Dewey, интервальная схема. Индексирование путей, классификация.
18. Обзор систем выполнения XQuery: нативные (Timber или можно про Sedna), реляционные (Pathfinder), гибридные (DB2 XML). Вычисление XPath запросов на примере алгоритма PathStack, идея алгоритма TwigStack.
19. Критика реляционной модели. OODB и ORDB. Схема данных в OODB и ORDB. Запросы в OODB и ORDB. Архитектура объектных систем, основные вопросы. Специфика оптимизации в объектных системах.
20. Объектные сервера и страничные сервера: факты и размышления. Управление буфером. Управление OID: стратегии POID и LOID. Виды LOID, генерация LOID, трансляция LOID в POID. Хардварный и софтверный Pointer Swizzling. Понятие Path Expression, соображения на тему оптимизации.
21. Задача настройки СУБД. Автоматическая настройка СУБД, история, релевантность. Подходы к настройке физического уровня. Формальная постановка задачи, три компонента. Решение, классификация методов решения. Процедурные и стоимостные методы.
22. Горизонтальное фрагментирование, свойства, типы. Кластеризация записей. Распространение фрагментов по ключам. Задача размещения данных, типы постановок. Итеративное и комбинированное решение задач размещения и фрагментирования. Динамическая постановка задачи размещения.

23. Индекс. В и В+ дерево. Многомерное индексирование. Двухшаговая схема. Типы запросов. R-дерево: определение, история, свойства, пример. Варианты R-дерева. Вычисление запроса с использованием R-дерева. Алгоритм вставки в R-дерево. Задача расщепления в R-дерево.
24. Классификация методов многомерного индексирования. KD дерево как пример space-partitioning структур. Алгоритм построения, пример. Алгоритм вычисления запроса, пример. Практическое состояние дел в области деревьев для многомерного индексирования. Locality-Sensitive Hashing, основы.
25. Графы в базах данных, смысл и история. Классификация запросов в графовых СУБД. Два типа систем для обработки графов, с описанием. Основы языка PQL.
26. Система SGBE: представление графов, модель данных. Использование UDA и UDF в SGBE. Федерирование в SGBE. Языки запросов к графовым данным: CQ, RPQ, CRPQ, ECRPQ.

### Критерии оценивания и шкала оценки экзамена

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Дан развернутый ответ на поставленные вопросы. Материал изложен последовательно. Имеются логичные и аргументированные выводы.
«Хорошо» (6-7)	Дан развернутый ответ на поставленные вопросы. Материал изложен в целом последовательно. Имеются логичные и аргументированные выводы.
«Удовлетворительно» (4-5)	Ответ на вопросы не является полным. Материал изложен непоследовательно. Выводы не аргументированы.
«Неудовлетворительно» (0-3)	Ответ на вопрос является неверным. Материал изложен непоследовательно. Отсутствуют выводы.

### 7.3 Порядок формирования оценок по дисциплине

Результатирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

$$O_{\text{результатирующая}} = 0,7 * O_{\text{курс.пр.}} + 0,3 * O_{\text{экзамен}}$$

где  $O_{\text{курс.пр.}}$  оценка за курсовой проект.

Действует следующий способ округления оценки: при значениях от 0,1 до 0,4 оценка округляется в меньшую сторону, от 0,5 до 0,9 – в большую.

На экзамене студенту не предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

## 8. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями являются: интерактивные лекции, работа в группах на практических занятиях.

### 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 9.1 Основная литература

1. Principles of Distributed Database Systems, Third Edition / M. Tamer Özsu; Patrick Valduriez; Lagerstrom-Fife. Springer. 2011
2. Database Management System / Pathak, Nirupma; Bansal. Alpha Science International Limited. 2007

## 9.2 Дополнительная литература

1. Handbook of Enterprise Systems Architecture in Practice / Saha, Pallab. IGI Global. 2007
2. High Performance Parallel Database Processing and Grid Databases / Rahayu, Johanna Wenny; Taniar, David; Leung, Clement H. C. John Wiley & Sons Incorporated. 2008
3. Relational Database Design and Implementation / Jan L. Harrington. Morgan Kaufmann Publishers. 2016

## 10. Рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью по освоению знаний и умений в области учебной деятельности без посторонней помощи. Студенту нужно четко понимать, что самостоятельная работа – не просто обязательное, а необходимое условие для получения знаний по дисциплине и развитию компетенций, необходимых в будущей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных на лекциях теоретических знаний;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется студентом инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности студента.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических занятиях.

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины и информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения информационных справочных систем (при необходимости).**

Для проведения всех занятий используется проектор и компьютер для проекции слайдов. Для самостоятельной работы необходимо следующее ПО: GNU C++, Oracle Java, Python.

**12. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться следующих варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

1) *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

2) *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

3) *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.