

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.04.2024 16:01:09  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d59e51c11eabb175e945d14a46511a1a56d089

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждения высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 21 »



2024 г.

### Построение центров обработки данны

Методические указания к  
по дисциплине «Построение центров обработки  
данных» для студентов направления подготовки 09.04.01  
Информатика и вычислительная техника

Курск 2024

УДК 001.89

Составители: . . . , . . . , . . . , . . .  
, А.В. Киселев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Т.Н. Конаныхина*

**Построение** : методические указания к  
практическим работам для студентов направления подготовки  
09.04.01 очной формы обучения / Юго- Зап. гос. ун-т; сост.; А.Е. Андреев,  
Д.Н. ариков, Д.Л. Абдрахманов, П.Д. Кравченя, А.В. Киселев. – Курск, 2022.  
– 41с. – Библиогр.: с. 41.

Методические указания содержат как общие вопросы построения и эксплуатации ЦОД, включая их компоненты и инженерную инфраструктуру, так и особенности применения ЦОД для поддержки систем искусственного интеллекта.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.04.01 очной формы обучения.

Методические указания соответствуют рабочей программе дисциплины «Построение ».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60\*84 1/16.  
Усл. печ. л. 2,85. Уч.-изд. л. 2,58. Тираж 50 экз. Заказ . Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040 Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. Методические материалы к практическим занятиям .....	7
1.1. Практика №1. Общие положения, классификация и структура центров обработки данных (ЦОД). Особенности и перспективы современных ЦОД.....	7
1.1.1. Цель практической работы.....	7
1.1.2. Описание практической работы.....	7
1.2. Практика №2. Подсистемы ЦОД, расчет и проектирование ЦОД....	7
1.2.1. Цель практической работы.....	7
1.2.2. Описание практической работы.....	8
1.3. Практика №3. Программное обеспечение, администрирование и защита информации в ЦОД.....	8
1.3.1. Цель практической работы.....	8
1.3.2. Описание практической работы.....	8
1.4. Практика №4. ЦОД в системах искусственного интеллекта. Обзор задач и методов инженерии знаний и бизнес-аналитики.....	9
1.4.1. Цель практической работы.....	9
1.4.2. Описание практической работы.....	9
1.5. Практика №5. ЦОД в системах искусственного интеллекта. Особенности применения ЦОД для поддержки систем искусственного интеллекта .....	9
1.5.1. Цель практической работы .....	9
1.5.2. Описание практической работы.....	9
2.1 Лабораторная работа № 1 Общее проектирование ЦОД. Выбор оборудования. Расчет СКС. Расчет энергоснабжения и энергоэффективности. Моделирование и расчет охлаждения. ....	10

2.1.1 Цели и задачи.....	10
2.1.2 Теоретические положения.....	11
2.1.3 Порядок выполнения работы.....	17
2.1.4. Варианты заданий.....	17
2.1.5 Требования и состав отчёта.....	18
2.1.6 Вопросы и задания.....	18
2.2 Лабораторная работа № 2 Мониторинг ЦОД, управление оборудованием, пользователями и программным обеспечением. Защита информации в ЦОД.....	19
2.2.1 Цели и задачи.....	19
2.2.2 Теоретические положения.....	19
2.2.3 Порядок выполнения работы.....	20
2.2.4. Варианты заданий.....	20
2.2.5 Требования и состав отчёта.....	20
2.2.6 Вопросы и задания.....	20
2.3 Лабораторная работа № 3 Управление заданиями, потоками и массивами данных, DataOps. Построение и применение ЦОД для систем искусственного интеллекта.....	21
2.3.1 Цели и задачи.....	21
2.1.2 Теоретические положения.....	21
2.1.3 Порядок выполнения работы.....	21
2.1.4. Варианты заданий.....	22
2.1.5 Требования и состав отчёта.....	22
2.1.6 Вопросы и задания.....	23
3. Методические указания к ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	24
3.1. Задание на контрольную работу и методические указания по ее выполнению.....	24
3.2. Примерное содержание контрольной работы.....	25

3.3. Примерные варианты заданий контрольной работы .....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	27
Рекомендуемая литература по курсу.....	28
Приложение А - Руководство по запуску программного комплекса FlowVision на вычислительном кластере ВолгГТУ .....	30

## **ВВЕДЕНИЕ**

Центры обработки данных (ЦОДы) являются одной из основ инфраструктуры систем искусственного интеллекта, базой для размещения облачных сервисов, инструментом обработки и хранения больших структурированных и неструктурированных массивов данных.

В данном курсе рассматриваются как общие вопросы построения и эксплуатации ЦОД, включая их компоненты и инженерную инфраструктуру, так и особенности применения ЦОД для поддержки систем искусственного интеллекта.

# **1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

## **1.1. Практика №1. Общие положения, классификация и структура центров обработки данных (ЦОД). Особенности и перспективы современных ЦОД.**

### **1.1.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №1 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам общее представление об основных классах центров обработки данных (ЦОД), их структурах, особенностях архитектуры, топологии, уровнях надежности, а также о нормативной базе в области ЦОД и их перспективах.

### **1.1.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры основных классов центров обработки данных (ЦОД), их структуры, особенностях архитектуры, топологии, уровнях надежности, а также отечественная и международная нормативная база в области ЦОД. Рассматриваются перспективы ЦОД.

## **1.2. Практика №2. Подсистемы ЦОД, расчет и проектирование ЦОД**

### **1.2.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №2 состоит в том, чтобы рассмотреть на практике структуру ЦОД, основные подсистемы ЦОД, начальные этапы их расчета, моделирования и проектирования.

### **1.2.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры применения нормативной база проектирования и эксплуатации ЦОД, проектирование основных подсистемы ЦОД с учетом их характеристик. Рассматривается вычислительная подсистема, система хранения, система коммуникации, структурированная кабельная система (СКС), инженерные подсистемы (энергоснабжение, обеспечение климата, безопасность).

Рассматривается планирование и поэтапное создание ЦОД. Также рассматриваются вопросы моделирования ЦОД средствами UML, расчет и проектирование ЦОД, моделирование системы охлаждения средствами CFD пакетов, в частности, пакета FlowVision.

## **1.3. Практика №3. Программное обеспечение, администрирование и защита информации в ЦОД**

### **1.3.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №3 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам дать общее представление о видах программного обеспечения ЦОД, администрировании ЦОД, защите информации в ЦОД и системах мониторинга ЦОД.

### **1.3.2. Описание практической работы**

Рассматриваются на практике основные виды программного обеспечения ЦОД, включая системное и прикладное, ПО для мониторинга, средства администрирования и защиты информации в ЦОД, облачные системы, используемые в ЦОД, а также общедоступные.



## **1.4. Практика №4. ЦОД в системах искусственного интеллекта. Обзор задач и методов инженерии знаний и бизнес-аналитики**

### **1.4.1. Цель практической работы**

Цель практической работы №4 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам дать общее представление (а для кого-то - повторить и обобщить информацию) об основных задачах и методах инженерии знаний и систем бизнес-аналитики.

### **1.4.2. Описание практической работы**

Рассматриваются практические примеры задач и методов инженерии знаний, систем, основанных на знаниях. Дается обзор задач и методов систем бизнес-аналитики. Рассматриваются форматы представления данных и инструментальные средства их обработки и преобразования. Рассматривается моделирование бизнес-аналитики с помощью нотации языка UML.

## **1.5. Практика №5. ЦОД в системах искусственного интеллекта. Особенности применения ЦОД для поддержки систем искусственного интеллекта**

### **1.5.1. Цель практической работы**

Цель практической работы № 5 состоит в том, чтобы на практических примерах дать студентам дать общее представление об особенностях применения ЦОД в задачах искусственного интеллекта.

### **1.5.2. Описание практической работы**

Рассматриваются особенности архитектур, подсистем, программного обеспечения и защиты информации для задач анализа данных, машинного

обучения и систем, основанных на знаниях. Особенности ЦОД для поддержки систем бизнес-аналитики, построение и масштабирование облачных ресурсов для задач ИИ. Рассматривается взаимодействие различных ЦОД и облачных систем. Также дается понятие о DataOps, его отличия от DevOps и применении при решении задач искусственного интеллекта, характеристика его инструментария.

## **2. Методические указания к лабораторным работам**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 Общее проектирование ЦОД. Выбор оборудования. Расчет СКС. Расчет энергоснабжения и энергоэффективности. Моделирование и расчет охлаждения.**

#### **2.1.1 Цели и задачи**

Целью работы является ознакомление с общими принципами начального проектирования ЦОД, его составляющими, с инструментами моделирования подсистем ЦОД на примере моделирования кондиционирования и вентиляции (HVAC).

Задачи :

1. Осуществить выбор класса, общей архитектуры и топологии ЦОД
2. Выбрать серверное и сетевое оборудование ЦОД
3. Выполнить приближенный расчет СКС.
4. Осуществить расчет потребляемой мощности заданного ЦОД.
5. Осуществить оценку необходимой мощности систем кондиционирования и вентиляции, выбрать решения по охлаждению.
6. Выполнить моделирование системы охлаждения с использованием CFD пакета.

Моделирование системы охлаждения можно выполнить в пакете FlowVision. Руководство по запуску программного комплекса FlowVision на вычислительном кластере ВолгГТУ представлено в приложении 1.

## **2.1.2 Теоретические положения**

Теоретические положения отражены в стандартах на проектирование и требования к ЦОД, включая отечественные стандарты ГОСТ, СНИП, требования СН 512-78, стандарты Tier Uptime Institute, а также в методических рекомендациях Минстроя РФ.

### **2.1.2.1 Основные определения, структура ЦОД**

Центр обработки данных – это сложная, многофункциональная система, и разные специалисты смотрят на него с разных позиций. Одни рассматривают дата-центры с точки зрения архитектуры и используемых технологий, другие – с точки зрения сервисов, которые потребляют клиенты этих дата-центров, третьи смотрят на ЦОД с точки зрения бизнеса – «как и где построить центр обработки данных, чтобы он приносил максимальную прибыль в течение всего своего жизненного цикла?».

В самом общем плане ЦОД – это объект, который предоставляет надежную технологическую среду для обработки, хранения и передачи данных. Согласно определению введенного в 2020 г. стандарта ГОСТ Р 58811–2020, «центр обработки данных – это специализированный объект, представляющий собой связанную систему ИТ-инфраструктуры и инженерной инфраструктуры, оборудование и части которой размещены в здании или помещении, подключенном к внешним сетям, как инженерным, так и телекоммуникационным».

Давая чуть более развернутое определение, можно сказать, что это технический комплекс, состоящий из ряда подсистем с единым управлением; это здание или сооружение, рассматриваемое вместе с размещенным в нем ИТ-оборудованием (вычислительными системами, системами хранения данных, телекоммуникационным оборудованием) и инженерной инфраструктурой. При этом инженерная инфраструктура создает ИТ-оборудованию необходимые условия для непрерывной работы, обеспечивая бесперебойное и гарантированное электроснабжение, поддержание требуемых для работы климатических условий и необходимые меры безопасности. Консолидация ИТ-оборудования в ЦОД позволяет сократить совокупную стоимость владения ИТ-инфраструктурой за счет оптимизации расходов на технические средства, администрирование и эксплуатацию объекта.

На рисунке 1 показана упрощенная схема функциональных компонентов ЦОД. Здесь представлено здание дата-центра, где установлено ИТ-оборудование, системы бесперебойного и гарантированного электроснабжения, системы холодоснабжения и другие элементы его инфраструктуры.

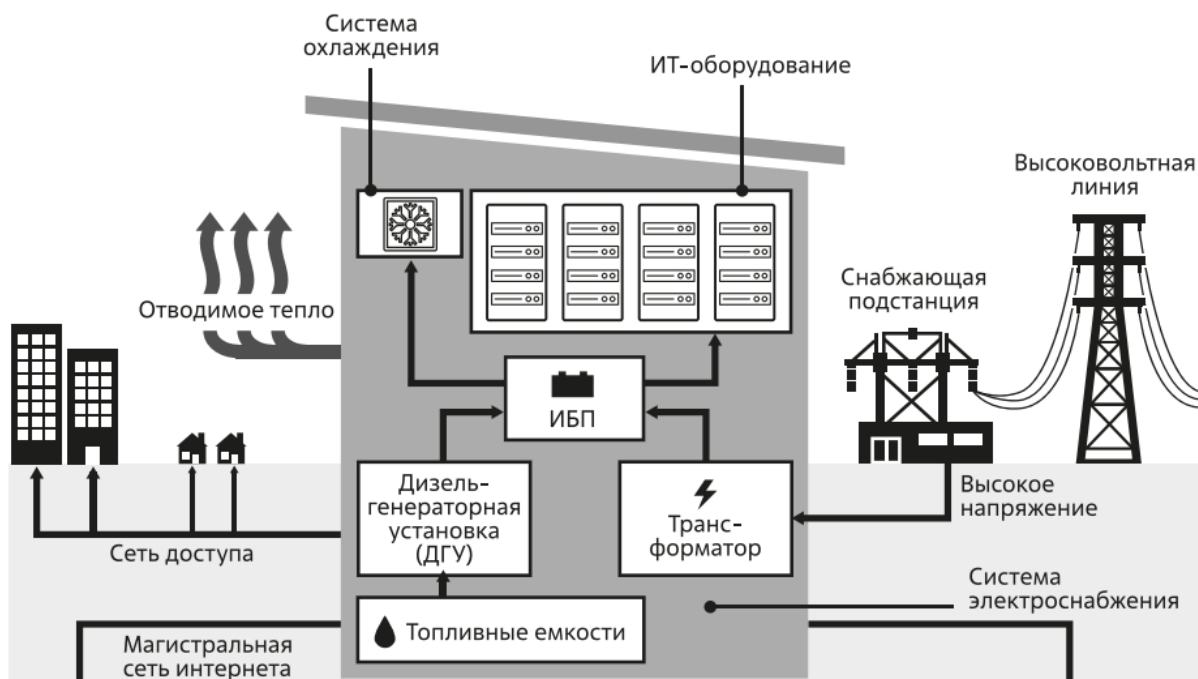


Рисунок 1 – упрощенная схема функционирования ЦОД.

Системы бесперебойного электроснабжения обеспечивают не прерывную подачу лишенной электрических помех электроэнергии (так называемого чистого питания) от источника электроснабжения (обычно – городской сети) с использованием источников бесперебойного питания (ИБП), составной частью которых являются аккумуляторные батареи. Аккумуляторы позволяют обеспечить непрерывное (но кратковременное) резервное электроснабжение ИТ-оборудования в случае, если пропадет электропитание от внешнего источника.

Системы гарантированного электроснабжения, обычно построенные на основе дизель-генераторных установок (ДГУ), позволяют обеспечивать стабильную и сравнительно длительную подачу электропитания для различного оборудования ЦОД при отключении внешних (городских) источников электроснабжения. Показаны также системы холодоснабжения для отвода тепла, выделяющегося при работе ИТ-систем, и каналы передачи данных.

Приведенная схема является максимально упрощенной для наглядности, тогда как на практике для построения ЦОД могут использоваться различные технологии, а для достижения требуемого уровня доступности центра обработки данных используют различные схемы дублирования тех или иных компонентов инфраструктуры. Такое дублирование называется резервированием и может характеризоваться различной степенью избыточности компонентов. Аналогично подключение дата-центров к сетям передачи данных осуществляется с помощью подведения нескольких внешних каналов связи и подключения к разным провайдерам.

Приведенная на рисунке 2 схема показывает, что центр обработки данных состоит из ИТ-систем, инженерных систем, систем безопасности и единой системы управления.

Однако с точки зрения функционирования ЦОД можно выделить подсистемы, которые считаются критическими, то есть необходимыми для самой его работы. Таковыми будут:

- ИТ-инфраструктура, обеспечивающая хранение, передачу и обработку данных;
- Система электропитания, предоставляющая возможность подключения ИТ-оборудования;
- Система холодоснабжения, обеспечивающая возможность работы ИТ-оборудования в заданных его производителем условиях;
- Система физической и пожарной безопасности, ограничивающая несанкционированный доступ к ЦОД (в частности, к ИТ-оборудованию), а также препятствующая различным происшествиям в нем (например, пожару).



Рисунок 2 – основные подсистемы ЦОД.

На практике все элементы инфраструктуры, и критические, и не критические, располагают в соответствующих помещениях здания

центра обработки данных, каждое из которых обладает определенными характеристиками. Также предусматриваются помещения для работы службы эксплуатации объекта.

### **2.1.2.2 Топология ЦОД: Tier I – Tier IV**

В 1987 г. был основан Uptime Institute с целью разработки стандартов, которые помогли бы владельцам и операторам дата-центров оценить их способность обеспечивать предсказуемый уровень производительности независимо от состояния внешних факторов.

Чтобы помочь ИТ-руководителям понять, какой тип инфраструктуры следует разворачивать, Uptime Institute создал систему классификации для оценки ЦОД с точки зрения потенциальной производительности их инфраструктуры или времени безотказной работы.

Uptime Institute (UTI) разработал схему классификации центров обработки данных, основанную на четырех различных уровнях «Tier».

Система классификации содержит четыре уровня: Tier I – Tier IV. Каждый более высокий уровень включает в себя требования к предыдущему уровню. ЦОД различного уровня Tier отличаются степенью надежности и возможностью безостановочной работы, которые подразумевают обеспечение резервирования элементов объекта.

Уровень Tier I, который называется Basic Capacity («Базовая инфраструктура»), предполагает, что инфраструктура ЦОД включает необходимый минимум для обеспечения работы ИТ-систем: источник(–и) бесперебойного питания, систему охлаждения дата-центра и генератор для обеспечения ИТ-оборудования электроэнергией.

Уровень Tier II, Redundant Capacity («Инфраструктура с резервированием»), предполагает, что инфраструктура ЦОД имеет резервирование активных элементов критически важных систем электропитания и охлажде-

ния, включая такие компоненты, как ИБП, чиллеры, кондиционеры, насосы, ДГУ и пр.

Уровень Tier III, Concurrently Maintainable («С возможностью обслуживания без остановки работы»), подразумевает, что инфраструктура ЦОД построена таким образом, что позволяет ИТ-нагрузке работать непрерывно при параллельном проведении плановых работ по техническому обслуживанию инженерного оборудования. Это достигается за счет обеспечения возможности выведения любого элемента инфраструктуры (включая кабельные трассы, щиты, трубопроводы, задвижки, автоматы и пр.) на плановое обслуживание путем использования аналогичного резервного элемента.

Уровень Tier IV – Fault Tolerant («Отказоустойчивая инфраструктура»). Инфраструктура уровня Tier IV в дополнение к требованиям Tier III, также требует принятия дополнительных мер по обеспечению отказоустойчивости: секционирования по R-числу элементов (то есть разнесение по отдельным помещениям по R-единиц оборудования) на случай пожара, затопления и т.п.; обеспечения непрерывного охлаждения; автоматизации с целью обеспечения возможности локализации любого единичного отказа, изолирования отказавшего узла и воспрепятствования каскадному распространению последствий отказа далее по системе. Суммарно требования четырех уровней Tier представлены на рисунке 3.

Затраты на инфраструктуру центра обработки данных и эксплуатационная сложность возрастают с увеличением уровня Tier. Выбор Tier зависит от бизнес-требований заказчика, а также от модели организации ИТ-инфраструктуры. Нельзя однозначно сказать, что решение уровня Tier IV лучше, чем решение уровня Tier II; ИТ инфраструктура, опирающаяся на несколько ЦОД уровня Tier II или Tier III, может оказаться более оправданной с экономической точки зрения, нежели построенная на одном (двух) центре обработки данных уровня Tier IV.



	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Минимальное количество активных компонентов, поддерживающих ИТ-нагрузку	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы распределения – входной участок системы энергоснабжения	1	1	1 активный и 1 запасной	2 активных одновременно
Распределение бесперебойного энергоснабжения	Нет	Нет	2 активных одновременно	2 активных одновременно
Concurrently maintainable (возможно обслуживание без остановки)	Нет	Нет	Да	Да
Fault tolerance (отказоустойчивость)	Нет	Нет	Нет	Да
Compartmentalization (секционирование)	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Рисунок 3- требованиям к уровням Tier

### 2.1.3 Порядок выполнения работы

1. Рассмотрение примера начального проектирования ЦОД по заданным входным данным, требованиям и ограничениям.
2. Выполнение начального проектирования ЦОД по вариантам.
3. Рассмотрение примеров расчета энергопотребления и отведения тепла.
4. Рассмотрение примера моделирования охлаждения в CFD пакете.
5. Выполнение расчета энергопотребления для ЦОД
6. Моделирование охлаждения для ЦОД в CFD пакете.

### 2.1.4. Варианты заданий

Выполнить начальные этапы проектирования ЦОД по вариантам :

1. Уровня Tier 1
2. Уровня Tier 2
3. Уровня Tier 3
4. Уровня Tier 4.

Для каждого варианта задаются требования к базовой вычислительной мощности, объемам хранимой информации, организации доступа, скорости интерконнекта, запасу вычислительной мощности, возможной компонентной базе, что формирует множество вариантов.

Для каждого варианта необходимо выполнить базовый расчет структурированной кабельной системы.

### **2.1.5 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### **2.1.6 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию из ГОСТ Р 58811-2020, 16325-88 и инструкции СН 512-78.
2. Повторить и закрепить информацию из стандарта Tier Uptime Institute.
3. Повторить и закрепить информацию из методических рекомендаций Министерства строительства РФ.

4. При защите отчёта надо уметь отвечать на вопросы по постановке задачи, этапам ее решения, использованным инструментам, формулам, справочникам и нормативным документам.

## **2.2 Лабораторная работа № 2 Мониторинг ЦОД, управление оборудованием, пользователями и программным обеспечением.**

### **Защита информации в ЦОД.**

#### **2.2.1 Цели и задачи**

Целью работы является ознакомление с общими принципами мониторинга ЦОД, включая оборудование, пользователей и программное обеспечение, мероприятия по защите информации.

Задачи :

1. Выбрать состав программного обеспечения, включая системное ПО и другие средства мониторинга.
2. Выполнить настройку прав двух групп пользователей ЦОД средствами ОС Linux.
3. Рассмотреть мониторинг активности пользователей и использования оборудования.

#### **2.2.2 Теоретические положения**

Теоретические положения отражены в стандартах на проектирование и требования к ЦОД, включая отечественные стандарты ГОСТ, СНИП, требования СН 512-78, стандарты Tier Uptime Institute, а также в методических рекомендациях Минстроя РФ.

Общие технические рекомендации по защите информации отражены в руководствах по администрированию ОС Linux.

Рекомендации по средствам мониторинга также отражены в отраслевых стандартах по ЦОД.

### **2.2.3 Порядок выполнения работы**

1. Рассмотрение примера выбора программного обеспечения и средств мониторинга.
2. Рассмотрение примера настройки пользователей.
3. Выбор программного обеспечения и средств мониторинга для ЦОД из лабораторной работы № 1.

### **2.2.4. Варианты заданий**

В качестве индивидуального варианта студенты рассматривают варианты ЦОД, которые они предварительно анализировали в рамках 1 лабораторной работы № 1.

### **2.2.5 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### **2.2.6 Вопросы и задания**

1. Повторить и закрепить информацию из ГОСТ Р 58811-2020, 16325-88 и инструкции СН 512-78.
2. Повторить и закрепить информацию из пособия «Защита информации в центрах обработки данных» И. А. Ушакова, В. А. Десницкого, А. А. Чечулина.

3. Повторить и закрепить информацию из курса по администрированию ОС Linux «Администрирование ОС Linux» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://intuit.ru/studies/courses/23/23/info>.

## **2.3 Лабораторная работа № 3 Управление заданиями, потоками и массивами данных, DataOps. Построение и применение ЦОД для систем искусственного интеллекта**

### **2.3.1 Цели и задачи**

Целью работы является ознакомление с особенностями построения и применения ЦОД в системах искусственного интеллекта (СИИ).

Задачи :

1. Рассмотреть задачи и инструменты DataOps в контексте ЦОД.
2. Рассмотреть особенности применения ЦОД в задачах анализа данных.
3. Рассмотреть особенности применения ЦОД для поддержки систем, основанных на знаниях.
4. Рассмотреть особенности применения ЦОД для поддержки систем бизнес-аналитики.

### **2.1.2 Теоретические положения**

Теоретические положения отражены в руководстве по использованию UML в системах бизнес-аналитики, в учебнике А.М. Блюмина «Проектирование систем интеллектуального обслуживания», в учебных пособиях по инженерии знаний из списка литературы данного пособия.

### **2.1.3 Порядок выполнения работы**

1. Рассмотрение инструментов и методов DataOps.
2. Рассмотрение облачных платформ, включая общедоступные.

3. Рассмотрение особенностей применения ЦОД, его структуры и компонент, программного обеспечения, включая инструменты DataOps для различных сценариев использования ЦОД в системах искусственного интеллекта.

4. Учет особенностей и применение ПО, включая инструменты DataOps, облачные платформы, для заданной сферы применения ЦОД в задачах искусственного интеллекта по вариантам.

#### **2.1.4. Варианты заданий**

В качестве индивидуального варианта студенты рассматривают адаптацию ЦОД к задачам искусственного интеллекта, включая :

1. Задачи анализа больших данных из разных областей
2. Поддержку систем, основанных на знаниях, для разных прикладных областей.
3. Поддержку систем бизнес-аналитики из разных предметных областей.

#### **2.1.5 Требования и состав отчёта**

1. Отчёт должен быть выполнен на листах размера А4.
2. Отчёт должен начинаться с титульного листа с названием вуза и факультета, номером и названием лабораторной работы, вариантом, ФИО студента, № группы, ФИО преподавателя, городом и годом.
3. В отчёте нужно кратко описать задание, показать основные этапы решения задачи, сформулировать выводы.
4. Отчёт предоставить в бумажном или электронном виде (записать на флэш-накопитель и продублировать на электронную почту).

### 2.1.6 Вопросы и задания

1. Повторить и закрепить информацию из учебных пособий по инженерии знаний «Инженерия знаний. Модели и методы», «Инженерия знаний : учебное пособие», «Практикум по системам управления знаниями в организационно-экономических и производственно-технических системах» из списка литературы к дисциплине.

2. Повторить и закрепить информацию из учебника А.М. Блюмина «Проектирование систем интеллектуального обслуживания»

3. Повторить и закрепить информацию из пособия «Основы проектирования информационных систем с помощью языка UML».

### **3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. Задание на контрольную работу и методические указания по ее выполнению**

На контрольную работу студенту выдается индивидуальное задание (по вариантам), заключающееся в начальных этапах проектирования (описание требований и выбор оборудования, программного обеспечения, механизмов защиты, способов администрирования), приближенном расчете необходимого электропитания и охлаждения, описании основных настроек системного программного обеспечения и облачной платформы ЦОД как элемента заданной СИИ.

Работа выполняется параллельно и в контексте индивидуальных заданий к лабораторному практикуму по дисциплине. Оформляется в письменной форме в течение 10 недель с момента выдачи задания. Контрольный срок сдачи – последний месяц семестра.

Правила оформления контрольной работы

- контрольная работа оформляется в редакторе MS Word / OpenOffice (\*.doc, \*.docx, \*.odt);
- листы формата А4, ориентация книжная;
- поля: левое – 2 см, остальные – по 1 см;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта 14 pt;
- междустрочный интервал – 1,5;
- абзацный отступ – 1,25 см;
- нумерация страниц сквозная, номер на первой странице не ставится;
- в конце работы необходим список использованной литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5 – 2008;



- объем работы зависит от степени раскрытия основных пунктов контрольной работы.

### **3.2. Примерное содержание контрольной работы**

Примерное содержание контрольной работы

1. Титульный лист.
2. Формулировка варианта задания.
3. Основная часть, включающая:
  - 1) описание системы искусственного интеллекта и решаемых ею задач;
  - 2) разработка и описание требований к конфигурации оборудования ЦОД;
  - 3) разработка и описание требований к конфигурации электропитания и охлаждения ЦОД;
  - 4) разработка и описание требований к программному обеспечению;
  - 5) разработка и описание требований к администрированию и защите информации;
  - 6) описание выбора компонентов ЦОД и проектных решений;
  - 7) описание произведенных расчетов и модели ЦОД;
  - 8) краткое описание основных настроек программного обеспечения.
- 6) Список использованных источников (включая источники Интернет).

### **3.3. Примерные варианты заданий контрольной работы**

Примерный список вариантов контрольной работы :

1. Начальное проектирование ЦОД для хранения и обработки больших данных в области промышленности
2. Начальное проектирование ЦОД для хранения и обработки больших данных в области медицины

3. Начальное проектирование ЦОД для хранения и обработки больших данных в области видеонаблюдения
4. Начальное проектирование ЦОД для хранения и обработки больших объемов речевых данных
5. Начальное проектирование ЦОД для хранения и обработки больших объемов данных сенсорной сети IoT
6. Начальное проектирование ЦОД для поддержки системы, основанной на знаниях.
7. Модернизация ЦОД для хранения и обработки больших объемов данных сенсорной сети IoT
8. Модернизация ЦОД для хранения и обработки больших объемов метеорологических (медицинских, промышленных и др.) данных.
9. Модернизация ЦОД для поддержки системы основанной на знаниях.
10. Модернизация ЦОД для поддержки задач бизнес-аналитики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках курса на практических примерах и в лабораторном практикуме рассматриваются:

- общие вопросы построения и эксплуатации ЦОД, включая их компоненты и инженерную инфраструктуру;
- нормативная база для создания ЦОД;
- особенности применения ЦОД для поддержки систем искусственного интеллекта на примере задач из области обработки больших данных, систем основанных на знаниях, систем бизнес-аналитики.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ

1. Блюмин, А. М. Проектирование систем интеллектуального обслуживания : учебник / А. М. Блюмин. — Москва : Дашков и К, 2018. — 346 с. — ISBN 978-5-394-02936-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/110759> (дата обращения: 10.10.2021).

2. Защита информации в центрах обработки данных : учебное пособие / И. А. Ушаков, В. А. Десницкий, А. А. Чечулин [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2019. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180085> (дата обращения: 10.10.2021).

3. Гаврилова, Т. А. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник для вузов / Т. А. Гаврилова, Д. В. Кудрявцев, Д. И. Муромцев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-8793-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180874> (дата обращения: 10.10.2021)

4. Орешков, В. И. Инженерия знаний : учебное пособие / В. И. Орешков. — Рязань : РГРТУ, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168029> (дата обращения: 10.10.2021).

5. Забродин, А. В. Основы проектирования информационных систем с помощью языка UML : учебное пособие / А. В. Забродин, В. П. Бубнов. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2018. — 46 с. — ISBN 978-5-7641-1133-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111721> (дата обращения: 10.10.2021).

6. Практикум по системам управления знаниями в организационно-экономических и производственно-технических системах : учеб. пособие /

А. В. Матохина, О. А. Шабалина, В. А. Камаев, А. В. Кизим ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 140 с.

7. Методические рекомендации по проектированию центров обработки данных / С. И. Бурцев, В. С. Бурцева, Ю. А. Табунщиков, С. А. Гастев, С. В. Миронова, Ю. А. Третьякова.- Москва, Минстрой России, 2019. [Электронный ресурс].- Режим доступа: [https://www.faufcc.ru/upload/methodical\\_materials/mp03\\_2019.pdf](https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp03_2019.pdf)

8. Администрирование ОС Linux [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://intuit.ru/studies/courses/23/23/info>

9. Операционная система Linux [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://intuit.ru/studies/courses/37/37/info>

10. Все о ЦОД (датацентрах) [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://dcnt.ru/>

11. Центры обработки данных. Анализ, тренды, мировой опыт. / А. Прохоров, С. Рахматуллин — Москва : ООО «АльянсПринт», 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-98094-009-6

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А - РУКОВОДСТВО ПО ЗАПУСКУ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА FLOWVISION НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОМ КЛАСТЕРЕ ВОЛГГТУ**

Программный комплекс FlowVision предназначен для численного моделирования трехмерных ламинарных и турбулентных, стационарных и нестационарных течений жидкости и газа в технических устройствах или природных условиях с последующим анализом результатов расчетов. В основу программного комплекса положен метод конечных объемов, высокоточные разностные схемы, эффективные численные методы и надежные математические модели физических процессов. Многочисленные модели позволяют моделировать сложные течения, сопровождаемые закруткой потока, движением свободных/контактных поверхностей, ударными волнами, сопряженным теплообменом, горением и т. д.

Процедуру решения расчетной задачи в FlowVision можно представить в виде последовательности следующих действий:

1. Подготовка геометрии в некой CAD-системе;
2. Создание на основе геометрии поверхностной сетки, с которой и будет работать FlowVision. Это делается экспортированием модели в специальные сеточные форматы;
3. Постановка задачи в FlowVision: Создание математической модели, создание расчетной сетки, задание критериев сходимости;
4. Запуск блока решателя, который осуществляет расчет поставленной математической задачи;
5. Обработка полученных результатов. FlowVision позволяет получить как качественные (изображение полей давлений, температур и т.д.) так и количественные значения (значения переменных в точке, на поверхности, в объеме).

Программный комплекс FlowVision работает на компьютерах, имеющих смешанную архитектуру, совмещая межзловое MPI-распараллеливание с распараллеливанием по потокам в узле, как на компьютере с общей памятью. Использование смешанного распараллеливания позволяет добиться высококачественного масштабирования программного комплекса при работе на большом числе процессоров.

FlowVision применяется, в основном, для моделирования и анализа течения в технических устройствах различного назначения. Кроме того, FlowVision может служить своего рода лабораторной установкой в процессе изучения студентами курса аэродинамики, газодинамики и теплообмена.

Программный комплекс FlowVision состоит из нескольких компонент, некоторые из которых предназначены для взаимодействия с пользователем и устанавливаются на клиентские компьютеры (Пре-процессор, Модуль просмотра результатов), а другие предназначены для работы на сервере и выполняют функции обслуживающих узлов, к которым по сети соединяются клиентские модули (Солвер, Солвер-агент, Менеджер лицензий). Общая структура программного пакета приведена на рисунке А.1.

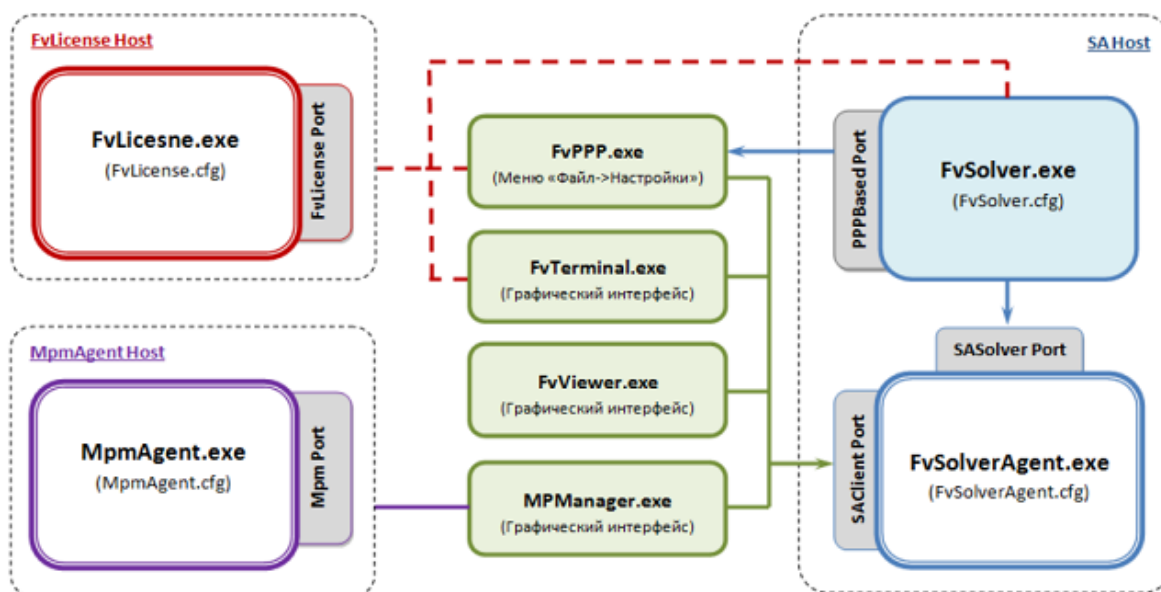


Рисунок А.1 — Схема взаимодействия компонентов FlowVision

Необходимым модулем FlowVision является *Менеджер лицензий*, хранящий текущие лицензии и обрабатывающий запросы от остальных модулей на право лицензионных пользователей запускать моделирование с определенным количеством расчетных потоков.

Основным модулем системы FlowVision, который обеспечивает подготовку проекта к моделированию и визуализацию расчетов, является *Пре-постпроцессор*. Он позволяет импортировать в проект геометрию расчетной области, задать основные параметры расчета, запустить расчет и просмотреть полученные результаты. Графическое изображение результата моделирования в различных проекциях также позволяет показать *Модуль просмотра результатов*.

*Солвер* является программой, непосредственно выполняющей расчет. На вычислительном кластере может быть запущено много копий солверов, взаимодействующих друг с другом. *Солвер-агент* представляет собой серверную часть FlowVision, ответственную за запуск и управление солверами. Он передает данные по сети клиентским модулям, обмениваясь с ними расчетной информацией.

### **Соединение с удаленными компьютерами (узлами) с FlowVision**

Для проведения моделирования с использованием программного комплекса FlowVision требуется подключение к удаленному узлу, входящему в состав вычислительного кластера Волгоградского государственного технического университета [1]. На этом узле установлено все необходимое программное обеспечение.

Для этого необходимо:

1. Запустить подключение к удаленному рабочему столу Windows с помощью клиента RDP. Для этого необходимо ввести в поле поиска (в меню «Пуск» в Windows 7, в панели задач в Windows 10 или на



начальном экране Windows 8 и 8.1) «удаленный рабочий стол», для того чтобы запустить утилиту для подключения. В строку «Компьютер» следует занести адрес и порт удаленного узла: **79.170.167.30:57331** (рисунок А.2).

2. Для настройки параметров соединения необходимо развернуть выпадающий список «Показать параметры», в окне ввода имени пользователя указать имя учетной записи пользователя на кластере с префиксом **ZOO\**. Например, **ZOO\ivanov**. Имя учетной записи следует получить у системного администратора.

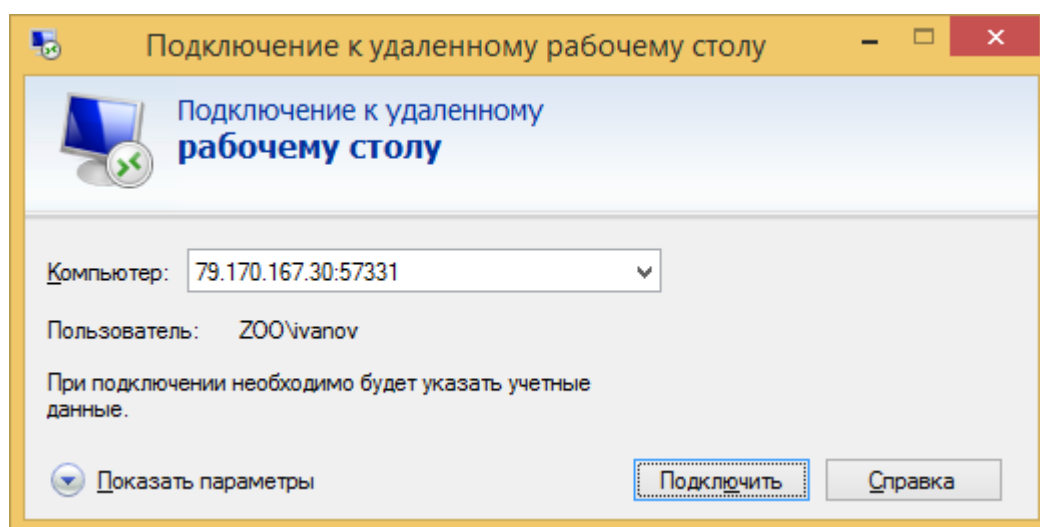


Рисунок А.2 — Окно параметров удаленного соединения

3. Чтобы иметь возможность обмениваться файлами с удаленным компьютером, необходимо в открытом списке «Показать параметры» открыть вкладку «Локальные ресурсы» и в группе «Локальные устройства и ресурсы» нажать на кнопку «Подробнее...».
4. В открывшемся окне нужно выбрать диск, который будет отображен в файловой системе удаленного компьютера. Файлы, которые будут помещены на этот диск на удаленном узле после соединения, после отключения будут доступны на локальном компьютере.
5. В основном окне нужно нажать кнопку «Подключить» (рисунок А.3)

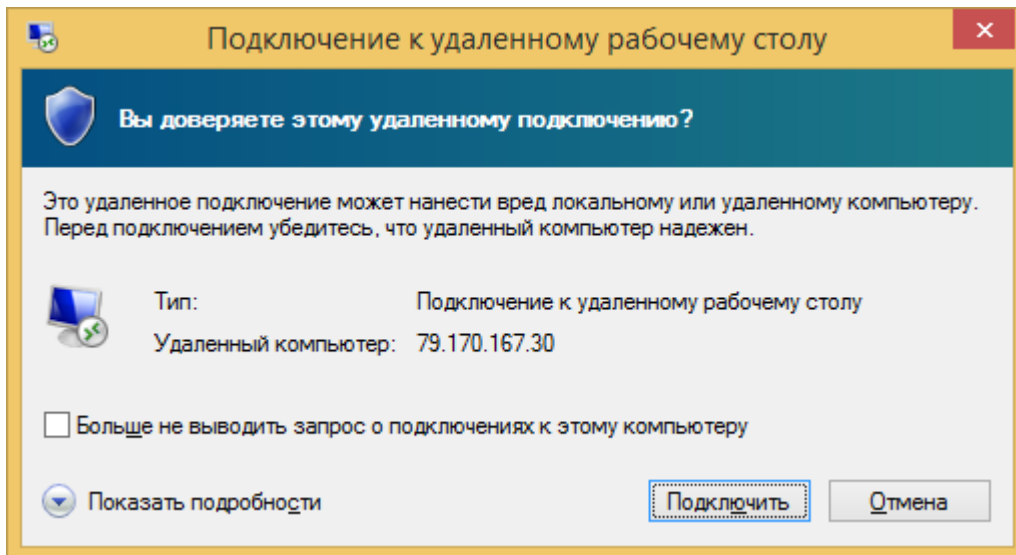


Рисунок А.3 — Окно подтверждения соединения

6. Если при соединении появится предупреждение о том, что не удается проверить подлинность сертификата безопасности, следует установить соединение нажатием кнопки «Да» (рисунок А.4).

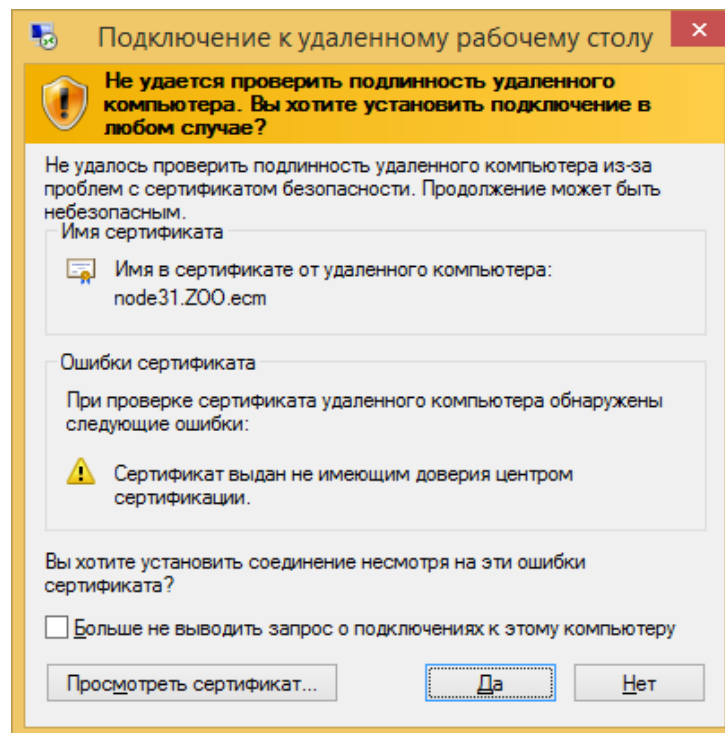


Рисунок А.4 — Окно предупреждения безопасности

7. Теперь на удалённом узле в разделе «Мой компьютер» виден диск локального узла. С его помощью можно обмениваться файлами между удаленными узлами.
8. По окончании работы с удаленным компьютером следует завершить сеанс связи, нажав на кнопку «Выйти» в меню «Пуск» операционной системы.

### Запуск FlowVision и начало работы с программой

1. В меню «Пуск → Программы → FlowVision» удаленного компьютера следует запустить Пре-постпроцессор (64 битную версию).
2. В открывшемся окне Пре-постпроцессора необходимо установить корректные параметры подключения к менеджеру лицензий и солвер-агенту. Для этого на панели инструментов следует выбрать пункт «Файл» → «Настройки...», и в открывшемся окне прописать следующие параметры (рисунок А.5):

Адрес солвер-агента:	192.168.120.100
Порт солвер-агента:	30940
Адрес лицензионного сервера:	192.168.120.18
Порт лицензионного сервера:	10010
Лицензионное имя:	ecmsys.vstu

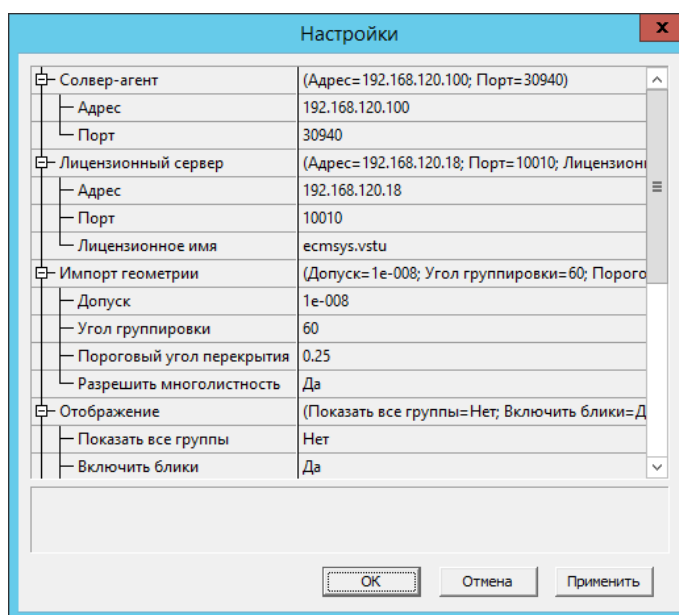


Рисунок А.5 — Окно настроек Пре-постпроцессора

При необходимости нужно изменить также и остальные настройки Пре-постпроцессора.

3. Для того чтобы начать работу с Пре-постпроцессором, требуется создать новый проект или открыть уже существующий. Это можно сделать с помощью пунктов меню «Файл» → «Создать», «Файл» → «Открыть» или с использованием аналогичных по назначению кнопок панели инструментов.

4. Для создания нового проекта требуется указать файл геометрии расчетной области. Геометрия области, на основе которой создается проект, создается вне программного комплекса FlowVision в системах геометрического моделирования и затем импортируется в проект. Файлы стандартных областей можно найти в директории «C:\Program Files (x86)\FlowVision-3.09.04\Tutorial\Samples\Geom»

5. После создания или загрузки проекта необходимо отредактировать его, установив требуемые расчетные параметры. При работе над проектом следует воспользоваться руководством пользователя системы FlowVision от компании ТЕСИС [2].

6. Для запуска расчета проекта необходимо авторизоваться на солвер-агенте и указать требуемое для вычислений количество процессов и потоков. Для авторизации необходимо установить соединение с солвер-агентом, нажав на кнопку «Авторизоваться на солвер-агенте». Внешний вид панелей управления солверами и расчетом с используемыми кнопками представлен на рисунке А.6.



Рисунок А.6 — Панели инструментов солверов и расчета

7. В появившемся окне «Авторизация пользователя» следует указать индивидуальное имя пользователя и пароль. Если пользователь соединяется с солвером впервые, ему необходимо создать новую учетную запись, используя которую в дальнейшем, он сможет получить доступ ко

всем компонентам FlowVision. Для этого следует нажать кнопку «Новый...» и указать в появившемся окне (рисунок А.7) регистрационную информацию:

Рисунок А.7 — Окно создания нового пользователя FlowVision

Имя пользователя	имя учетной записи пользователя (создается пользователем самостоятельно)
Пароль	пароль к учетной записи (создается пользователем самостоятельно)
Серверная директория	/opt/Public/FlowVision
Лицензионное имя	ecmsys.vstu
Лицензионный пароль	требуется узнать у системного администратора

**Обратите внимание**, что адрес серверной директории задается в Linux-формате, с использованием прямых слэшей. Пользователь также может использовать в качестве серверной любую поддиректорию в /opt/Public/FlowVision, предварительно создав ее.

Под *серверной директорией* понимается папка, в которой хранятся результаты вычислений. К ней имеют доступ все расчетные узлы кластера. При запуске пользователем процесса расчета FlowVision скопирует необходимые файлы из клиентской директории, в которой хранится проект, в серверную перед началом моделирования.

Регистрационную информацию пользователя можно будет изменить в любой момент после его авторизации нажатием на кнопку «Редактировать информацию о пользователе солвер-агента». Нажатие кнопки «Завершить сеанс связи с солвер-агентом» приведет к отключению пользователя от солвер-агента.

8. Как только пользователь авторизуется на солвер-агенте, на панели инструментов ему станут доступны кнопки, отвечающие за запуск солверов. Чтобы запустить новый солвер или подключиться к уже запущенному, требуется нажать на кнопку «Подключиться к солверу». При этом появится окно управления солверами (рисунок А.8):

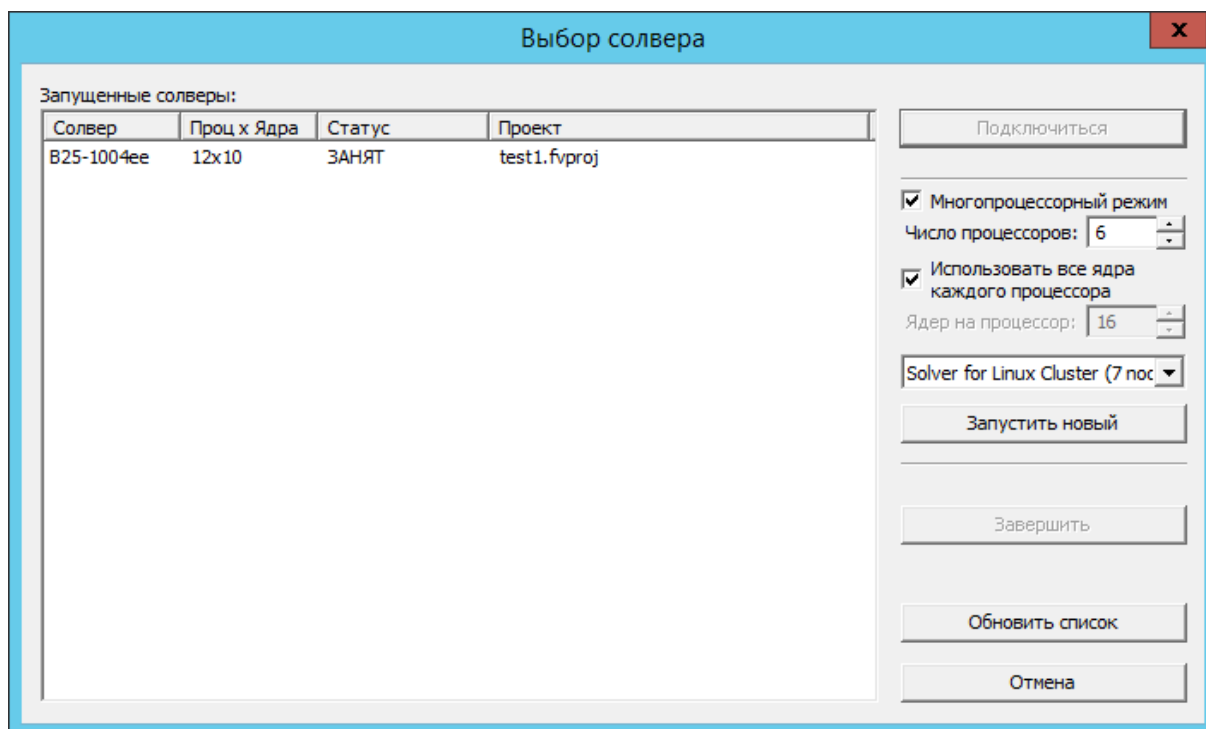


Рисунок А.8 — Окно запуска солверов

9. Для запуска нового солвера необходимо выбрать режим расчета (однопроцессорный или многопроцессорный, в зависимости от требуемого способа запуска), число процессов и потоков, используемых солвером, выбрать из выпадающего списка нужный солвер среди возможных и нажать на кнопку «Запустить новый». **Обратите внимание**, что максимальное число потоков, запущенных одним пользователем на кластере (число процессоров  $\times$  число ядер на процессор), согласно лицензионным ограничениям, не может превышать 120!

10. Все запущенные солверы подключенного пользователя и их статус в настоящий момент времени отображаются в левой части окна. Для запуска солвера нужно выделить его мышкой и нажать кнопку «Подключиться». В результате текущему проекту будет присвоен определенный солвер.

11. Теперь можно запускать и останавливать расчет с помощью кнопок «Запустить расчет» и «Остановить расчет». В любой момент времени можно отключиться от солвера с помощью кнопки «Отключиться от солвера». Расчет проекта при этом продолжится, и посмотреть результат его работы можно при повторном подключении к солверу. Нажатие кнопки «Завершить работу подключенного солвера» вызовет остановку расчета и отключение солвера.

### **Работа с модулем просмотра результатов**

1. Для соединения с модулем просмотра результатов следует в меню «Пуск → Программы → FlowVision» выбрать Модуль просмотра результатов (64-битная версия).

2. Для подключения к солверу, выполняющему расчет, в появившемся окне «Авторизация пользователя» (рисунок А.9) необходимо указать IP-адрес солвер-агента, его порт (они должны совпадать с одноименными настройками параметров Пре-постпроцессора) и

регистрационное имя пользователя с паролем, которое было создано при первом подключении к солвер-агенту.

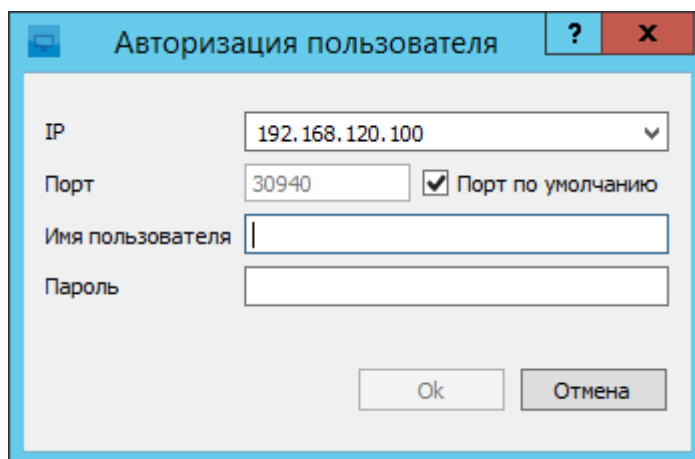


Рисунок А.9 — Окно подключения к солвер-агенту

3. После авторизации, пользователю становится доступным окно просмотра результатов расчета. С помощью кнопок на панели инструментов можно установить требуемый вид изображения (рисунок А.10).

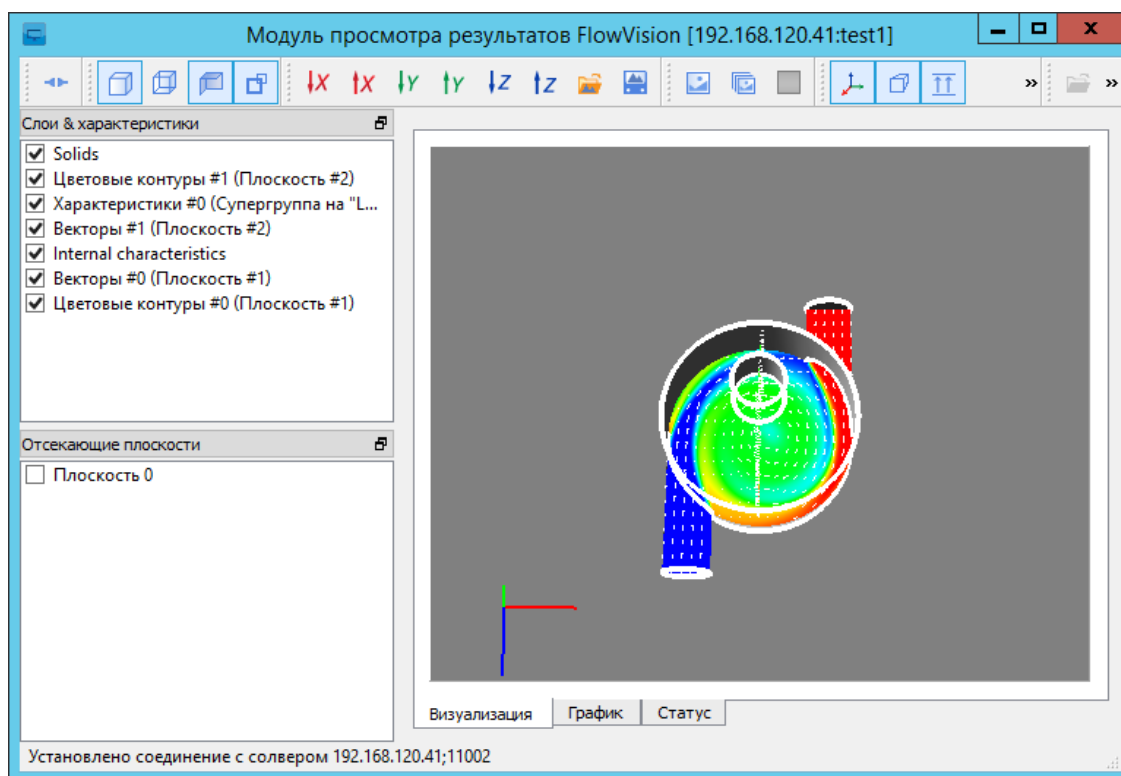


Рисунок А.10 — Главное окно Модуля просмотра результатов



### **Список использованной литературы:**

1. Вычислительный кластер ВолГТУ. URL: <https://cluster.vstu.ru/>  
(дата обращения: 30.11.2021).
2. FlowVision. Version 3.09.04. Tutorial: Examples of typical tasks.