

**УТВЕРЖДЕНА**

Приказом Ректора АНО ВО  
«Центральный университет»  
Ивашкевич Е.В.  
от «19» января 2024 г. № 0119.37

**Рабочая программа дисциплины (модуля)  
«Data Engineering (Инженерия данных)»**

**дополнительной профессиональной программы – программы  
профессиональной переподготовки «Академия data science»**

**Траектория: Backend-разработка**

**Москва  
2024**

## Содержание

<b>1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Тематический план</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Учебно-методическое обеспечение</b> .....	<b>5</b>
<b>5. Материально-техническое обеспечение</b> .....	<b>5</b>
<b>6. Методические и оценочные материалы</b> .....	<b>7</b>

## 1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины (модуля) «Data Engineering (Инженерия данных)» способствует созданию надежной инфраструктуры для эффективного анализа и обработки данных, что является ключевым для принятия обоснованных решений в области продуктовой аналитики. Освоение этих технологий позволяет улучшить управление данными и увеличить производительность аналитических процессов.

**Цель изучения дисциплины (модуля):** формирование у слушателей знаний и навыков по проектированию, построению и обслуживанию эффективных систем сбора, хранения и обработки больших объемов данных.

### **Задачи изучения дисциплины (модуля):**

- формирование знаний основных концепций работы корпоративных хранилищ данных;
- формирование знаний основных распределенных систем хранения, синтаксис команд, основные компоненты и методы работы с HDFS;
- формирование знаний основных компонентов и методов работы с Apache Spark;
- формирование знаний основных компонентов и методов работы с Greenplum;
- формирование знаний основных компонентов и методов работы с Apache Airflow;
- формирование знаний базовых принципов оптимизации и проверки качества данных;
- формирование знаний основных концепций в проектировании баз данных и корпоративных хранилищ данных;
- формирование знаний основных концепций и принципов проектирования автоматизированных потоков данных;
- формирование умения решать задачи с использованием HDFS и Hive, Apache Spark, Greenplum, Apache Airflow;
- формирование умения проектировать схему хранения данных в базах данных и корпоративных хранилищах данных;
- формирование умения применять базовые принципы оптимизации используемых ресурсов;
- формирование умения применять базовые принципы проверки качества данных;
- формирование умения строить автоматизированные потоки данных с использованием: HDFS, Apache Spark, Greenplum, Apache Airflow;
- формирование умения настроить автоматизированный контроль качества данных;
- формирование умения оптимизировать количество используемых ресурсов в автоматизированных потоках данных.

## 2. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		<i>Очная форма</i>				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Основные концепции	5	5		15	Домашние задания
2	Распределённые хранилища	5	5		15	Домашние задания
3	Распределённые системы вычисления	5	6		16	Домашние задания
4	Проектирование баз данных	6	6		16	Домашние задания
5	Автоматизация ELT-процессов	6	6		16	Домашние задания
6	Качество данных	6	6		16	Домашние задание
	<i>Зачет с оценкой</i>			4		Защита проекта
	<b>Итого:</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>94</b>	
	<b>Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)</b>	<b>165</b>				

## 3. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основные концепции	Вводная. Основные концепции баз данных, DWH, data lake, lakehouse
2	Распределённые хранилища	Распределённые хранилища HDFS. Концепции Hive и MapReduce
3	Распределённые системы вычисления	Введение в Apache Spark. Основы работы с PySpark
4	Проектирование баз данных	База данных Greenplum. Проектирование базы данных. Проектирование DWH
5	Автоматизация ELT-процессов	Автоматизация ELT-процессов в Airflow. Автоматизация ELT-процессов на PySpark. Оптимизация вычислений PySpark
6	Качество данных	Основные концепции проверки качества данных. Автоматизация процессов проверки качества данных

#### 4. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый слушатель в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Слушателям обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

##### *Основная литература:*

1. Чернышев, С. А. Основы программирования на Python : учебник для вузов / С. А. Чернышев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17139-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/567821>.

##### *Дополнительная литература:*

1. Гниденко, И. Г. Технологии и методы программирования : учебник для вузов / И. Г. Гниденко, Ф. Ф. Павлов, Д. Ю. Федоров. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 241 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18130-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/581329>.

2. Казарин, О. В. Надежность и безопасность программного обеспечения : учебник для вузов / О. В. Казарин, И. Б. Шубинский. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 352 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19386-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/580669>.

#### 5. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическим документами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
2.	База данных для IT-специалистов	<a href="https://habr.com">https://habr.com</a>
3.	База данных ScienceDirect	<a href="https://www.sciencedirect.com">https://www.sciencedirect.com</a>
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
5.	Федеральный портал «Российское образование»	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	<a href="http://fcior.edu.ru/">http://fcior.edu.ru/</a>

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
<b>Операционные системы:</b>		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Браузеры:</b>		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Офисные приложения:</b>		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Программное обеспечение для планирования и учета времени:</b>		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления проектами:</b>		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы управления базами данных:</b>		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
<b>Системы резервного копирования (backup):</b>		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
<b>Справочно-правовые системы:</b>		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
<b>Средства антивирусной защиты:</b>		

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
<b>Среды разработки:</b>		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Пакеты программных средств и библиотек:</b>		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Системы управления библиографической информацией:</b>		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
<b>Сервисы и службы:</b>		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

## 6. Методические и оценочные материалы

### Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Data Engineering (Инженерия данных)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

*Лекция* – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

*Участие в семинаре (практическом занятии)* – активная работа слушателя на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре слушателям рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

*Домашнее задание* – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

*Проект* – исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

*Самостоятельная работа* – работа слушателей, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы слушатели взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи слушателя включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

### **Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Оценивание уровня учебных достижений обучающихся по дисциплине (модулю) осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета с оценкой*.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

<b>Десятибалльная оценка</b>	<b>Пятибалльная оценка</b>	<b>Оценка за зачет</b>	<b>Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)</b>
10	Отлично	Зачтено	Слушатель полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину (модуль). Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Слушатель хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	
7	Хорошо	Зачтено	Слушатель обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Слушатель хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Слушатель обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Слушатель способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Слушатель не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Data Engineering (Инженерия данных)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	80%	В ходе дисциплины (модуля) будет предложено 5 домашних заданий, которые являются этапами единого проекта. Каждая домашняя работа оценивается по 10-балльной шкале
Зачет с оценкой	20%	Защита проекта оценивается по 10-балльной шкале

**Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Data Engineering (Инженерия данных)»:** « $0,8 \times$  среднее за домашние задания +  $0,2 \times$  зачет с оценкой».

## Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Примерные домашние задания

#### Домашнее задание по теме «Работа с Hive»

1. Установить соединение с Hive.
2. Просмотреть список имеющихся баз.
3. Создать свою базу Hive твой\_логин и переключиться на неё.
4. Изучить схему JSON и извлечь информацию о составе и типах данных.
5. Создать таблицу — приёмник для исходных данных о доставках JSON.
6. Создать таблицу данных о доставках в формате CSV для удобства последующего анализа.
7. Создать таблицу — приёмник для исходных данных о покупках JSON.
8. Создать таблицу данных о покупках в формате CSV для удобства последующего анализа.
9. Соединить с помощью запроса HQL полученные в п. 6 и п. 8 таблицы и вычислить следующие метрики:
  - количество заказов;
  - количество доставок;
  - количество доставленных единиц товара;
  - общую сумму заказов (поле `cost_item`).

В результате выполнения этой задачи мы получили данные в плоском виде в Hive.

1. Установи соединение с Hive.

Параметры подключения: укажи адрес хоста, порт, имя пользователя и пароль.

Создаём Курсор (объект, который позволяет выполнять SQL-запросы и управлять результатами).

#### Домашнее задание по теме «Основы работы с PySpark»

##### Задача 1. Создание и настройка сессии spark

Создай сессию spark в контуре Hadoop, добавив параметр сессии `executor.memory = 2Gb` (`config("spark.executor.memory", "2g")`).

##### Задача 2 (5 баллов). Чтение и запись

Прочитай из каталога `/tmp/delivery_data_sample/` два JSON-файла (один файл с данными о покупках, второй файл с данными о доставках) с максимальной датой загрузки в табличном представлении. Подставь название файла вместо `filename`.

##### Задача 3 (5 баллов). Преобразование данных в spark

1. Создай временные представления `purchases` и `deliveries`.  
Используй `.createOrReplaceTempView`.
2. Соедини оба представления по ключу с помощью PySpark DataFrame API.  
Используй `.join`.
3. Посчитай количество записей результата соединения.
4. Соедини оба представления по ключу с помощью SparkSQL.  
Используй `spark.sql`.
5. Посчитай количество записей результата соединения и убедись, что оно совпадает с пунктом 3.

#### Домашнее задание по теме «Проектирование DWH»

##### Задача 1 (3 балла). Выделить сущности в данных

Создай сессию Spark (воспользуйся кодом по созданию сессии Spark из предыдущего домашнего задания).

Создай временное представление над данными о покупках.  
Выведи 10 строк данных, используя .show.  
Выведи список столбцов с помощью метода .columns.  
Создай временное представление над данными о доставках.  
Выведи 10 строк данных, используя .show.  
Выведи список столбцов с помощью метода .columns.

### **Задача 2 (2 балла). Нарисовать диаграмму данных**

Нарисуй диаграмму полученных сущностей с атрибутами, укажи типы данных (примерные) и связи между таблицами по ключам.

### **Задача 3 (4 балла). Создать слой справочников и фактов**

Напиши запрос Spark SQL и выбери уникальные значения атрибутов для всех сущностей.

### **Задача 4 (1 балл). Скопировать полученные таблицы справочников и фактов в GP**

Установи соединение с Greenplum. Скопируй созданные датафреймы в таблицы Greenplum.

## **Примерное задание для проекта**

### **Задание 1. Развитие ETL на базе Airflow**

8 БАЛЛОВ

- изучил сырые данные о покупках, поступающих через приложение;
- преобразовал данные о покупках и доставках в удобный для хранения формат;
- спроектировал слои хранилища данных и выполнил нормализацию;
- автоматизировал ежедневную загрузку, преобразование и доставку данных до хранилища.

Коллегам из команды аналитиков понравился результат, и они обратились к тебе с новой задачей.

В исходных данных появилась информация о дарксторах, которые используются для быстрой доставки заказов покупателям. Разработчики предоставляют эту информацию в виде файлов в формате JSON, поступающих ежедневно в папку с исходными данными. Файл данных содержит сведения о номере склада, адресе склада и заказах, собранных на этом складе.

Аналитики хотят своевременно получать эти данные и формировать витрину с информацией о том, какое количество товара и на какую сумму было отгружено каждым даркстором на каждый день.

Для реализации этой задачи изучи новые данные, добавь их в модель данных, указав связи, и автоматизируй следующие ежедневные шаги в Airflow:

- преобразование нового файла данных из формата JSON в Parquet;
- выгрузку новой таблицы данных в хранилище Greenplum;
- формирование витрины по дарксторам в отдельной таблице Greenplum.

Витрина должна содержать следующие поля с агрегированной информацией о заказах:

- дата;
- наименование даркстора;
- количество заказов, которые были выполнены с помощью этого даркстора на эту дату;
- количество штук товаров в заказах, которые были выполнены с помощью этого даркстора на эту дату;

- общая сумма заказов, которые были выполнены с помощью этого даркстора на эту дату.

### **Критерии оценивания**

1. Данные о дарксторах добавлены в диаграмму модели данных — 1 балл.
2. Реализовано преобразование исходных данных о дарксторах в виде кода на Python с использованием Spark — 2 балла.
3. Данные о дарксторах помещены в таблицу Greenplum — 1 балл.
4. Сформирована витрина с информацией о дарксторах в виде отдельной таблицы Greenplum — 0,3 балла за каждое поле в витрине, максимум 1,5 балла.
5. Шаги встроены в даги AirFlow и выполняются ежедневно по расписанию — 2,5 балла.

## **Задание 2. Презентация результатов**

### **2 БАЛЛА**

- Расскажи о проделанной работе на курсе по материалам домашних заданий, а также не забудь включить в свой доклад дарксторы из предыдущего задания.

- Сделай слайды pptx и подготовь видео защиты проекта (OBS/Loom/etc.) со скринкастом слайдов и устным объяснением на 5–7 минут.

- Презентация должна представлять из себя цельное и полное описание проекта, которое ты сможешь использовать в своём портфолио.

### **Критерии оценивания**

1. Презентация содержит обязательную информацию — максимум 0,8 балла.

Обязательная информация:

- на каком проекте потребовалось участие дата-инженера — 0,1 балла;
  - какие задачи были поставлены перед дата-инженером — 0,1 балла;
  - как поступали данные, формат исходных данных, его особенности и недостатки — 0,1 балла;
  - какие слои данных ты спроектировал для реализации потоков данных (добавь описание слоёв, включая форматы файлов, описание инструментов преобразования и способов хранения данных) — 0,2 балла;
  - созданная тобой схему модели данных на слайде — 0,1 балла;
  - описание и схема зависимостей реализованных дагов Airflow — 0,1 балла;
  - вывод о достигнутых результатах — 0,1 балла.
2. Предоставлено видео защиты проекта — 1,2 балла.