

1. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА ЭКОСИСТЕМЫ

Вторая задача исследования является технической сердцевиной проекта. От качества архитектуры зависит масштабируемость, безопасность и стоимость владения экосистемой. Для системы уровня региона (десятки колледжей-техникумов, сотни сотрудников, тысячи студентов) монолитная архитектура неприемлема из-за рисков отказа и сложности поддержки.

1.1 Структура экосистемы цифровой трансформации

Структурная организация экосистемы включает следующие ключевые компоненты:

1. Уровень государственной поддержки и регулирования

Этот уровень охватывает нормативные акты, федеральные целевые программы, стандарты образования и требования к внедрению инновационных методов обучения. Государство определяет приоритеты и выделяет ресурсы для модернизации инфраструктуры и разработки программного обеспечения.

2. Образовательные организации

Учебные заведения формируют свою собственную стратегию интеграции цифровых технологий, разрабатывают учебные планы, создают курсы и обеспечивают подготовку квалифицированного преподавательского состава.

3. Работодатели и бизнес-сообщества

Предприятия активно участвуют в формировании профессиональных требований к выпускникам, оказывают поддержку образовательному процессу путем предоставления площадок для прохождения практики, проведения мастер-классов и привлечения экспертов для ведения лекций и семинаров.

4. Информационно-технологическая инфраструктура

Здесь размещаются платформы и инструменты для реализации цифровой трансформации: LMS-системы, специализированные приложения, системы аналитики, защищённые хранилища данных и прочие технические решения.

5. Общественный сектор

Общественные объединения, профессиональные сообщества и родительские советы также играют важную роль в обеспечении обратной связи и принятии совместных решений относительно дальнейшего развития образовательной сферы.

1.2. Микросервисная архитектура: Теория и Практика

Выбор технической архитектуры определяет масштабируемость, надежность и стоимость владения экосистемой. Для системы уровня СПО (тысячи организаций, миллионы пользователей) монолитная архитектура неприемлема.

Вместо единого монолитного приложения рекомендуется использовать микросервисную архитектуру. Каждый функциональный блок (например, «Электронный журнал», «Библиотека», «Приемная комиссия») реализуется как независимый сервис со своей базой данных и логикой. *Преимущества:* Отказ одного сервиса не «валит» всю систему. Разные команды могут разрабатывать разные сервисы параллельно. Легче масштабировать нагруженные части (например, сервис тестирования в период сессии). *Сложности:* Требуется высокой квалификации команды, сложное управление транзакциями между сервисами, необходимость внедрения оркестрации (Kubernetes).

Теоретическое обоснование. Микросервисная архитектура предполагает декомпозицию системы на небольшие, независимые сервисы, каждый из которых отвечает за одну орг-функцию. Это противостоит

монолитной архитектуре, где все функции tightly coupled (тесно связаны).

Преимущества для СПО:

1. **Отказоустойчивость:** Если сервис «Библиотека» падает, сервис «Электронный журнал» продолжает работать. Учебный процесс не останавливается полностью.

2. **Независимое масштабирование:** В период сессии нагрузка на сервис «Тестирование» возрастает в 10 раз. В микросервисной архитектуре можно добавить ресурсы только для этого сервиса, не масштабируя всю систему.

3. **Гетерогенность технологий:** Сервис аналитики может быть написан на Python (для удобства работы с данными), а сервис расписания на Java (для надежности).

Практическая реализация в Костромской области. *Декомпозиция сервисов:* Необходимо выделить следующие базовые микросервисы:

- *Сервис идентификации (IAM):* Единый вход (SSO) для всех пользователей.
- *Сервис расписания:* Управление аудиторным фондом и нагрузкой.
- *Сервис оценивания:* Журнал оценок, зачетных ведомостей.
- *Сервис контента:* Хранение и доставка учебных материалов.
- *Сервис практик:* Взаимодействие с работодателями.
- *Сервис портфолио:* Накопление достижений.

Технический стек: Рекомендуется использование контейнеризации (Docker) и оркестрации (Kubernetes) для управления микросервисами. Это позволит развертывать систему как в облаке, так и на локальных серверах колледжей-техникумов при необходимости.

Интеграция: Для связи сервисов необходима шина данных (Enterprise Service Bus - ESB) или API Gateway. Все взаимодействия между сервисами и внешними системами (например, 1С:Колледж, ГИС «Работа в России») должны происходить только через API Gateway, который обеспечивает безопасность, лимитирование запросов и мониторинг трафика.

1.3 Облачные технологии и Гибридное развертывание

Вопрос размещения данных (On-premise vs Cloud) является критическим.

Гибридная облачная модель. Вопрос размещения данных (On-premise vs Cloud) является критическим с точки зрения законодательства (152-ФЗ) и экономики.

Теоретический подход:

1. *Частное облако (Private Cloud):* Развертывается на мощностях регионального дата-центра или защищенного контура информационной системы образования Костромской области. Здесь хранятся персональные данные (ПДн), реестры студентов, сотрудников, оценочные ведомости. Это обеспечивает compliance¹ с требованиями локализации данных.

Публичное облако (Public Cloud): Использование мощностей коммерческих провайдеров. Дает эластичность ресурсов и снижает капитальные затраты (CAPEX), переводя их в операционные (OPEX).

Используется для сервисов с высокой нагрузкой, не содержащих чувствительных данных. Например, видеостриминг лекций, открытые онлайн-курсы, статический контент сайтов колледжей-техникумов. Это позволяет использовать CDN (Content Delivery Network)² для быстрой доставки контента даже в отдалённые сельские районы области.

Механизм синхронизации: Данные между частным и публичным облаком синхронизируются через защищённые каналы связи. Критические данные никогда не покидают частный контур в открытом виде.

Гибридная модель: Наиболее перспективна. Критические персональные данные и реестры хранятся в защищённом частном облаке государства. Сервисы с высокой нагрузкой, не содержащие чувствительных данных

¹ Комплаенс (compliance) — это система внутренних мер, правил и процедур, обеспечивающая соответствие деятельности организации законодательству, отраслевым стандартам и этическим нормам.

² сеть доставки контента) — это географически распределенная инфраструктура серверов, кэширующая данные ближе к пользователям для ускорения загрузки сайтов и снижения нагрузки на основной сервер (ориджин)

(видеостриминг лекций, открытые курсы), размещаются в публичном облаке или на CDN.

На рисунке 2. представлена схема, иллюстрирующая архитектуру ИТ-инфраструктуры, которая сочетает в себе безопасность государственных серверов и мощь коммерческих облачных решений.



Рисунок 1. Гибридная облачная модель развёртывания цифровой экосистемы СПО

1. Частное облако (Private Cloud) — Синий блок

Это защищённый контур, который обычно располагается на серверах Департамента образования или Регионального центра обработки данных. Его главная задача — хранение конфиденциальной информации, доступ к которой должен быть строго ограничен.

Что хранится в частном облаке:

- **Персональные данные (ПДн):** Паспортные данные студентов и сотрудников, адреса, телефоны, СНИЛС.
 - *Пример:* Личное дело студента Петрова И.И., содержащее скан его паспорта и согласие на обработку данных.
- **Реестры и документы:** Официальные документы, имеющие юридическую силу.
 - *Пример:* Приказы о зачислении или отчислении, электронные зачётные книжки, дипломы о среднем профессиональном образовании.
- **Критические данные:** Информация, утечка или потеря которой нанесет ущерб организации.
 - *Пример:* Финансовая отчётность колледжа-техникума, кадровые документы (трудовые договоры преподавателей), зарплатные ведомости.
- **Master Data (MDM):** «Золотая запись» ключевых сущностей. Это эталонные данные, которые должны быть одинаковыми во всех системах.
 - *Пример:* Единый уникальный идентификатор студента, который используется и в библиотеке, и в журнале оценок, и в системе пропусков, чтобы избежать дублирования («Иванов Иван» и «Иванов И.И.» — это один человек).

1.2. Публичное облако (Public Cloud) — Зеленый блок

Это инфраструктура, арендуемая у коммерческих провайдеров (в схеме указаны Yandex Cloud, SberCloud и др.). Она используется для задач, требующих больших вычислительных мощностей и широкого доступа из интернета.

Что размещается в публичном облаке:

- **Видеостриминг:** Сервисы для передачи видео в реальном времени.
 - *Пример:* Проведение открытой лекции для 5000 студентов одновременно или трансляция защиты дипломов для родителей.
- **Открытые курсы:** Массовые образовательные ресурсы (МООС).

- *Пример:* Публичный курс «Основы программирования», доступный любому желающему из интернета без регистрации во внутренней системе колледжа-техникума.

- **CDN-контент (Content Delivery Network):** Сеть доставки контента для быстрого доступа к статическим файлам.

- *Пример:* Хранение фотографий профилей, логотипов, PDF-учебников и видеоуроков, которые быстро загружаются у пользователей даже в отдаленных районах области.

- **Мобильные сервисы:** Бэкенд для мобильных приложений.

- *Пример:* Мобильное приложение «Электронный колледж», которым студенты пользуются в метро или дома. Публичное облако выдерживает пиковые нагрузки, когда все заходят в приложение перед экзаменами.

Взаимодействие контуров

Между синим и зеленым блоками изображены стрелки с подписью «Защищённый канал синхронизации».

- **Суть:** Данные передаются между частным и публичным облаком только через зашифрованные туннели (VPN).

- **Пример работы:** Студент заходит в публичное приложение (зеленая зона), чтобы посмотреть расписание. Приложение через защищенный канал запрашивает актуальное расписание из базы данных в частном облаке (синяя зона) и показывает его пользователю. При этом сама база данных с персональными данными остаётся в безопасности.

Преимущества гибридной модели

1. Соответствие 152-ФЗ:

- *Расшифровка:* Федеральный закон «О персональных данных» требует хранить ПДн граждан РФ на серверах в России и обеспечивать их защиту.

- *Выгода:* Частное облако (госсектор) гарантирует выполнение закона, так как ПДн физически не покидают защищённый периметр.

2. Эластичность:

- *Расшифровка:* Возможность быстро увеличивать мощность серверов.

- *Выгода:* Если в сентябре начинается учебный год и нагрузка на портал вырастает в 10 раз, публичное облако автоматически добавит ресурсы, чтобы сайт не «упал».

3. Экономия (CAPEX vs OPEX):

- *Расшифровка:* Снижение капитальных затрат (покупка железа) за счет операционных (аренда мощностей).

- *Выгода:* Не нужно покупать дорогие серверы для видеостриминга, которые будут простаивать ночью. Проще арендовать мощность в публичном облаке только на время лекций.

4. Надёжность:

- *Расшифровка:* Резервирование между двумя контурами.

- *Выгода:* Если в частном облаке случится авария, критически важные сервисы могут быть временно подняты в публичном облаке (Disaster Recovery).

5. Производительность:

- *Расшифровка:* Использование CDN (сети доставки контента).

- *Выгода:* Учебные материалы загружаются у студентов мгновенно, так как копируются на серверы, физически расположенные близко к пользователю.

Важными являются принципы безопасности три «золотых правила» данной архитектуры:

1. **Критические данные никогда не покидают частное облако** (ПДн всегда под замком).

2. **Синхронизация через зашифрованные каналы** (перехват данных невозможен).

3. **Автоматическое резервное копирование** (защита от потери данных).

Интеграционная шина и API

Для связи разрозненных систем (например, 1С:Колледж, LMS Moodle, сайт учреждения, государственные системы) необходима Enterprise Service Bus (ESB) или современная API-платформа. Все взаимодействия должны происходить через стандартизированные API (REST, GraphQL). Это позволяет сторонним разработчикам создавать приложения поверх экосистемы. Например, стартап может создать удобное мобильное расписание, используя официальный API сервиса расписания экосистемы. Важно внедрить реестр API и портал для разработчиков, чтобы управлять доступом и версиями интерфейсов.

Управление данными и Master Data Management (MDM)

Одной из главных проблем цифровизации является дублирование и противоречивость данных. Студент может быть записан как «Иванов И.И.» в системе приема и «Иванов Иван» в библиотеке. *Решение задачи:* Внедрение системы MDM. *Механизм:* Создается единый реестр ключевых сущностей («Золотая запись» / Golden Record).

Сущность «Студент»: Уникальный идентификатор (например, СНИЛС или внутренний GUID), привязанный ко всем системам.

Сущность «Преподаватель»: Единый профиль компетенций и нагрузки.

Сущность «Организация»: Структурное деление, филиалы.

Сущность Образовательная программа: Единая форма и разное содержание

Все остальные системы (LMS, ERP, Библиотека) не хранят мастер-данные, а синхронизируются с MDM-системой. Это обеспечивает целостность данных для сквозной аналитики. *Стандартизация:* Использование спецификаций xAPI (для отслеживания опыта обучения), LTI (для интеграции инструментов), OneRoster (для обмена данными об успеваемости). Это

позволит интегрировать сторонний контент и инструменты без глубокой доработки ядра системы.

Кибербезопасность и Защита данных

В образовательной экосистеме обрабатываются ПДн несовершеннолетних, что требует повышенных мер защиты. Архитектура безопасности должна строиться по принципу Zero Trust («Никому не доверяй, проверяй каждый запрос»). *Компоненты архитектуры безопасности:*

1. **Идентификация:** Многофакторная аутентификация (MFA) для сотрудников и доступа к критическим данным. Интеграция с ЕСИА (Госуслуги) для граждан (студентов, родителей) для упрощения входа и верификации личности.

2. **Шифрование:** Данные должны шифроваться как при передаче (протокол TLS 1.3), так и при хранении (encryption at rest). Ключи шифрования должны храниться отдельно от данных.

3. **Разграничение прав (RBAC):** Детальная ролевая модель доступа. Студент не должен видеть оценки других, преподаватель — данные студентов не своих групп, методист — финансовые данные. Rights should be granted based on the principle of least privilege.

4. **Мониторинг:** Внедрение SIEM-систем (Security Information and Event Management) для сбора логов и выявления аномалий в реальном времени. Например, попытка выгрузки базы данных студентов в 3 часа ночи должна блокироваться и-triggerовать тревогу.

5. **Резервное копирование:** Регулярные бэкапы с хранением копий на физически изолированных носителях (offline backups) для защиты от программ-вымогателей (ransomware). Правило 3-2-1 (3 копии, 2 разных носителя, 1 копия вне площадки).

Практический шаг для Костромской области: Проведение регулярного аудита безопасности (пентесты) силами приглашённых экспертов или регионального центра кибербезопасности. Обучение сотрудников основам фишинга, так как человеческий фактор остаётся главным вектором атак.

РАЗДЕЛ 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА ЭКОСИСТЕМЫ И ЕЕ ФУНКЦИОНАЛ

2.1. Архитектура экосистемы

Архитектура цифровой экосистемы представлена следующим образом:

Ядро архитектуры:

- **Цифровая платформа (LMS)**
- **Интегрированная информационная среда**
- **Функциональные слои экосистемы**

Для обеспечения взаимодействия столь разнородных групп экосистема должна быть структурирована по слоям.

- **Слой 1: Инфраструктурный (Infrastructure Layer).** Это фундамент. Включает в себя каналы связи (интернет в колледже-техникуме, Wi-Fi), серверные мощности (локальные или облачные), устройства доступа (ПК, планшеты, VR-шлемы, станки с ЧПУ с возможностью подключения к сети). Важным аспектом является обеспечение бесперебойного питания и резервирование каналов связи, особенно в удаленных регионах.

- **Слой 2: Платформенный (Platform Layer).** Ядро экосистемы. Включает системы управления идентификацией и доступом (IAM), шины данных (ESB), хранилища данных (Data Lake), сервисы интеграции (API Gateway). Здесь реализуются сквозные процессы, такие как аутентификация (единый вход SSO), уведомления, платежные шлюзы (для платных услуг).

- **Слой 3: Сервисный (Service Layer).** Набор микросервисов, реализующих конкретные бизнес-функции. Например: сервис расписания, сервис оценивания, сервис портфолио, сервис практики, сервис трудоустройства. Эти сервисы независимы и могут развиваться отдельно.

- **Слой 4: Прикладной (Application Layer).** Интерфейсы, с которыми взаимодействуют пользователи. Веб-порталы, мобильные приложения для студентов и преподавателей, кабинеты работодателей,

дашборды для руководителей. Важно, чтобы этот слой был адаптивным и доступным (в том числе для людей с ОВЗ).

- **Слой 5: Контентный (Content Layer).** Библиотеки образовательных ресурсов: видеолекции, симуляторы, электронные учебники, тестовые базы, методические рекомендации. Контент должен быть размечен мета-данными для удобного поиска и интеграции в учебные планы.

- **Слой 6: Аналитический (Analytics & AI Layer).** Верхнеуровневый слой, накладываемый на все остальные. Собирает данные со всех уровней для формирования отчетов, прогнозов и рекомендаций. Использует технологии машинного обучения для предиктивной аналитики (например, прогноз отчислений).

Представленная схема демонстрирует многоуровневую структуру цифровой образовательной среды, включающую шесть основных слоев, каждый из которых выполняет специфические функции и взаимодействует с остальными слоями посредством стандартизированных API-интерфейсов.

1. Инфраструктурный слой

Этот нижний уровень обеспечивает физическую основу всей системы. Включает аппаратные компоненты, сети передачи данных и устройства конечного доступа пользователей.

Примеры компонентов:

Серверы хранения и обработки данных.

Локальная вычислительная сеть (LAN/WAN).

Устройства IoT (интернета вещей) — датчики, контроллеры, умные гаджеты.

Маршрутизаторы, коммутаторы, точки беспроводного доступа Wi-Fi.

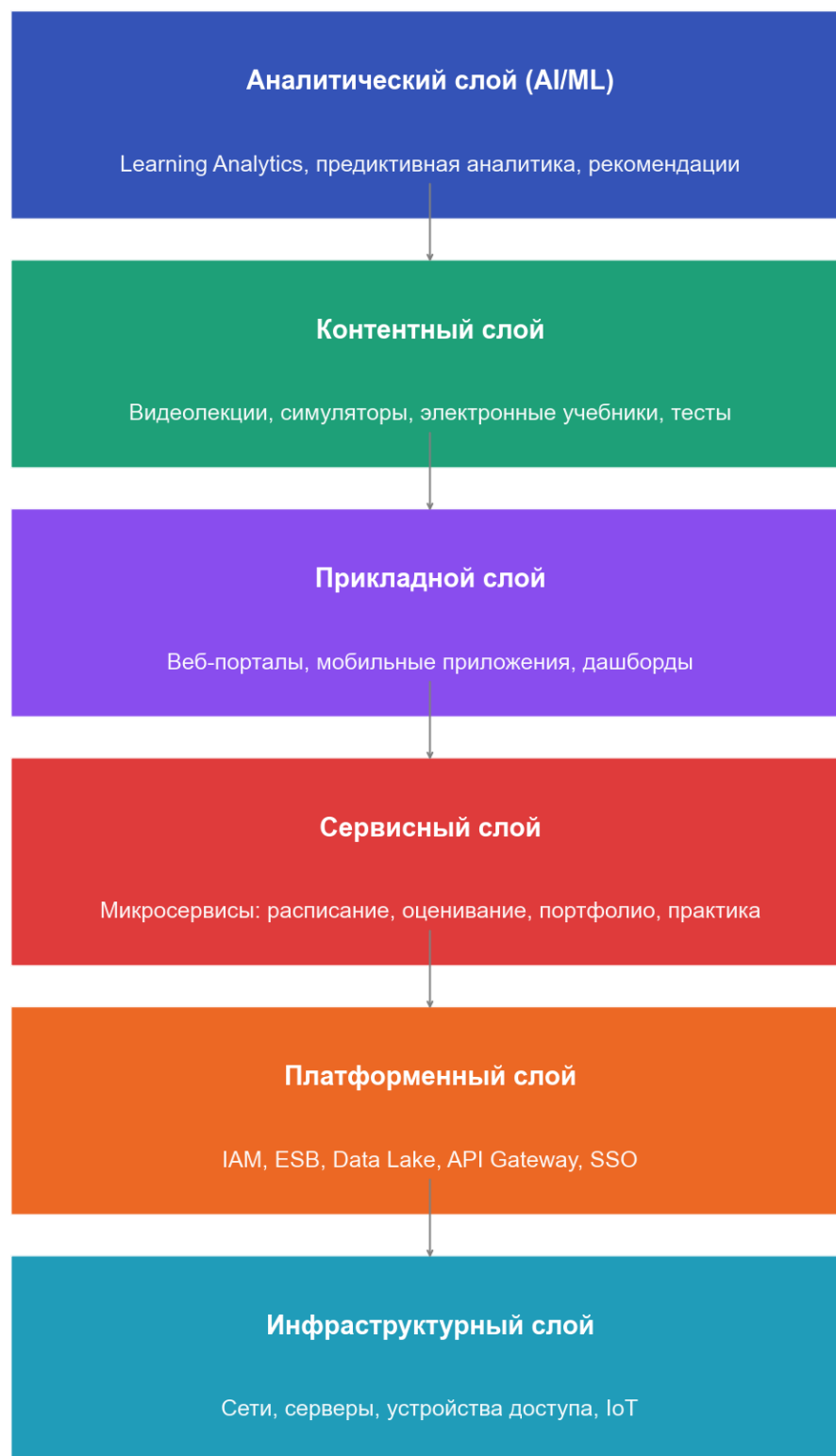


Рисунок 2. Архитектура цифровой экосистемы СПО

2. Платформенный слой

Данный уровень представляет собой техническую инфраструктуру, обеспечивающую интеграцию и взаимодействие всех остальных уровней

системы. Здесь реализуются механизмы управления идентификацией и аутентификацией пользователей, централизованное управление сервисами и обмен информацией.

Примеры компонентов:

- IAM (Identity Access Management) — система управления доступом и учетными записями пользователей.
- ESB (Enterprise Service Bus) — шина корпоративных сервисов, объединяющая приложения и сервисы.
- Data Lake — хранилище больших объемов разнородных данных в необработанном виде.
- API Gateway — единая точка входа для взаимодействия приложений и сервисов.
- SSO (Single Sign On) — механизм единого входа, позволяющий пользователям входить в систему единожды и получать доступ ко множеству ресурсов.

3. Сервисный слой

Сервисный слой реализует бизнес-функции образовательного процесса, организуя предоставление услуг студентам и педагогам. Основу составляют микросервисы, выполняющие конкретные задачи учебного процесса.

Примеры сервисов:

Микросервис расписания занятий.

Оценочная система успеваемости студентов.

Портфель достижений студента (портфолио).

Практики, стажировки, лабораторные занятия.

4. Прикладной слой

Прикладной слой включает интерфейсы и инструменты непосредственного взаимодействия пользователей с системой. Это веб-сайты,

мобильные приложения, панели мониторинга и визуализации учебных процессов.

Примеры инструментов:

Веб-портал учебной организации.

Мобильное приложение для учащихся и преподавателей.

Электронные дневники и журналы успеваемости.

Панели мониторинга образовательных показателей (dashboards).

5. Контентный слой

Контентный слой хранит образовательные материалы и ресурсы, необходимые для реализации учебного процесса. Этот уровень позволяет организовать хранение, обработку и доставку цифрового образовательного контента.

Примеры материалов:

Видеолекции и онлайн-курсы.

Учебные симуляторы и тренажёры.

Электронные учебники и методические пособия.

Тестирующие системы и задания.

6. Аналитический слой (AI/ML)

Верхний уровень архитектуры предназначен для сбора, анализа и интерпретации данных, поступающих снизу вверх. Используются технологии машинного обучения и аналитики для принятия решений, персонализации образования и повышения эффективности учебного процесса.

Примеры функционала:

- Learning Analytics — сбор и обработка статистики обучения, выявление проблемных зон.
- Предиктивная аналитика — предсказание рисков отсева, академической неуспеваемости.

- Рекомендации курсов, заданий и траекторий обучения на основе предпочтений и успехов учащегося.

Принцип взаимодействия слоёв

Данные поступают снизу вверх (от инфраструктурного уровня к аналитическому слою) для последующей обработки и анализа.

Управление образовательным процессом идет сверху вниз (от аналитического слоя к нижним уровням), обеспечивая гибкость и адаптивность системы.

Все слои связаны друг с другом через стандартные API-интерфейсы, что гарантирует совместимость и масштабируемость системы.

Таким образом, данная архитектура обеспечивает комплексный подход к созданию современной цифровой образовательной среды, поддерживающей эффективное обучение, мониторинг прогресса и принятие управленческих решений на основе объективных данных.

В шестиуровневой архитектуре цифровой экосистемы среднего профессионального образования используется **Принцип модульности, открытости и масштабируемости.**

Все слои взаимодействуют через стандартизованный API/Сами данные передаются снизу вверх для аналитики.

Каждый слой выполняет специфическую функцию и взаимодействует с соседними через стандартизированные интерфейсы. Аналитический слой (верхний) использует данные всех нижележащих уровней для формирования управленческих решений и персонализированных образовательных траекторий.

Управление осуществляется в противоток, сверху вниз

2.2 Функционал экосистемы

Третья задача исследования направлена на описание того, как экосистема будет использоваться в повседневной жизни. Функционал должен

покрывать весь жизненный цикл участника образовательного процесса. Мы рассматриваем не просто список функций, а сценарии использования (Use Cases) для каждой группы стейкхолдеров.

Основные функциональные возможности включают:

1. Автоматизированное управление образовательным процессом

Система обеспечивает возможность планирования учебных программ, формирования расписания занятий, учёта посещений и успеваемости студентов. Преподавателям предоставляется инструмент оперативного отслеживания динамики усвоения материала студентами, позволяющего оперативно реагировать на возникающие проблемы.

2. Индивидуализацию образовательного маршрута

Экосистема позволяет создавать уникальные маршруты обучения для каждого студента, учитывая особенности восприятия информации, интересы и способности ученика. Это достигается путём настройки сложности заданий, выбора формы подачи материала и введения элементов геймификации.

3. Повышение вовлечённости и мотивации учеников

Интерактивные уроки, вебинары, викторины и соревнования способствуют повышению интереса к предметам и улучшению общего уровня образованности. Регулярные поощрения и награды стимулируют активность и ответственность среди учащихся.

4. Поддержку самообразования и дополнительного образования

Студенты получают свободный доступ к дополнительным материалам, специализированным библиотекам, конференциям и форумам, что способствует развитию самостоятельности и инициативности.

5. Создание условий для удалённого обучения

Онлайн-занятия позволяют студентам получать знания вне зависимости от места проживания, наличия свободного времени и финансовых возможностей. Использование видеоконтента и интерактивных уроков повышает эффективность самостоятельной работы.

6. Формирование культуры обмена знаниями и опытом

Социальные сети внутри образовательной платформы предоставляют площадку для обсуждения проблем, вопросов и предложений. Открытые форумы и конференции помогают формировать сообщество единомышленников и поддерживать интерес к профессии.

Ниже представлена Карта ключевых участников цифровой экосистемы среднего профессионального образования. В центре — интегрированная платформа, обеспечивающая взаимодействие всех субъектов. Стрелки обозначают двусторонние потоки данных, сервисов и управленческих решений. Каждый стейкхолдер вносит уникальный вклад и получает ценность от функционирования экосистемы.

Модуль «Абитуриент и Приёмная комиссия»

Функционал экосистемы должен покрывать весь жизненный цикл участника образовательного процесса. Рассмотрим ключевые модули и сценарии.

Сценарий: Школьник из Костромы или района области выбирает колледж-техникум.

Проблема: Отсутствие прозрачной информации о реальных перспективах трудоустройства и проходных баллах.

Функциональное решение:

1. **Витрина образовательных программ:** Интерактивный каталог специальностей. Не просто название, а «паспорт специальности»: какие компетенции будут получены, средняя зарплата выпускников через 1 и 3 года после выпуска, партнеры-работодатели, фото мастерских. Интеграция с профориентационными тестами, которые рекомендуют специальности на основе склонностей ребенка.

2. **Электронная приемная:** Подача документов онлайн через интеграцию с Госуслугами. Отслеживание статуса заявления в реальном времени (как отслеживают посылку). Рейтинговые списки, обновляемые автоматически при поступлении новых документов.

3. **Цифровой след абитуриента:** Возможность загрузить портфолио достижений (олимпиады, волонтерство, ГТО) до поступления. Система автоматически рассчитывает индивидуальные преимущества (баллы) согласно правилам приема.

4. **Чат-боты:** Автоматическая поддержка 24/7. Ответы на частые вопросы (сроки подачи, общежитие, стипендия), разгрузка сотрудников приемной комиссии.

Механизм внедрения: Интеграция с региональным порталом госуслуг и федеральной системой «Поступай в колледж».

Модуль «Обучение и LMS (Learning Management System)»

Сценарий: Студент осваивает дисциплину.

Функционал:

- **Смешанное обучение:** Поддержка очных, дистанционных и гибридных форматов.
- **Контент-плеер:** Воспроизведение видео, интерактивных симуляторов, 3D-моделей оборудования.
- **Оценивание:** Автоматическое тестирование, рубрикаторы для оценки практических работ, журнал оценок.
- **Геймификация:** Система баллов, бейджей, лидербордов для повышения мотивации.
- **Адаптивность:** Система рекомендует дополнительные материалы, если студент плохо усвоил тему (на основе AI).
- **Мобильность:** Полнофункциональное приложение для обучения «на ходу».

Модуль «Практика и Производственное обучение»

Сценарий: Студент осваивает дисциплину, преподаватель ведет занятие.

Проблема: Разрозненность материалов, сложность контроля самостоятельной работы.

Функциональное решение:

1. **Смешанное обучение (Blended Learning):** Поддержка очных, дистанционных и гибридных форматов. Преподаватель может выложить лекцию в систему, а аудиторное время посвятить практике.

2. **Контент-плеер:** Единый интерфейс для воспроизведения видео, интерактивных симуляторов, 3D-моделей оборудования. Поддержка стандартов SCORM и xAPI для отслеживания прогресса внутри контента.

3. **Оценивание:** Автоматическое тестирование с защитой от списывания (прокторинг). Рубрикаторы для оценки практических работ (критериальное оценивание). Электронный журнал, синхронизированный с расписанием.

4. **Геймификация:** Система баллов, бейджей, лидербордов для повышения мотивации. Например, бейдж «Эксперт CAD» за успешное прохождение модуля по черчению.

5. **Адаптивность:** Система на основе AI рекомендует дополнительные материалы, если студент плохо усвоил тему (анализ ошибок в тестах).

6. **Мобильность:** Полнофункциональное мобильное приложение. Студент может посмотреть расписание, сдать тест, получить уведомление об изменении аудитории со смартфона.

Механизм внедрения: Предоставление преподавателям конструктора курсов. Обучение методике дизайна онлайн-курсов.

Сценарий: Студент проходит практику на предприятии (например, на заводе в Костроме).

Проблема: Формализм в отчетах, отсутствие связи между мастером от колледжа-техникума и наставником от предприятия.

Функциональное решение:

1. **Биржа практик:** Работодатели размещают вакансии для практикантов с описанием задач. Студенты откликаются, прикрепляя цифровое портфолио.

2. **Электронный дневник практики:** Студент заполняет отчет ежедневно/еженедельно, может прикрепить фото выполненных работ. Мастер от предприятия ставит оценку и подпись квалифицированной электронной подписью (ЭЦП).

3. **Геолокация:** Подтверждение присутствия студента на объекте практики через мобильное приложение (геофенсинг).

4. **Связь с наставниками:** Защищенный чат между студентом, мастером от колледжа и наставником от предприятия. Возможность быстрой эскалации проблем.

Механизм внедрения: Заключение соглашений с работодателями о признании ЭЦП и доступе к платформе.

Модуль «Цифровое портфолио и Компетенции»

Сценарий: Формирование профиля навыков для трудоустройства.

Проблема: Бумажная зачетная книжка не отражает реальных навыков, непонятна работодателю.

Функциональное решение:

1. **Паспорт компетенций:** Визуализация освоенных навыков в соответствии с профессиональными стандартами и ФГОС. Не просто «оценка 5», а «компетенция ОК-1 подтверждена».

2. **Верификация:** Подтверждение навыков через результаты демонстрационных экзаменов, которые заносятся в неизменяемый реестр.

3. **Micro-credentials:** Выдача цифровых сертификатов (badges) за освоение коротких модулей или курсов повышения квалификации.

4. **Интеграция с HR-системами:** Экспорт портфолио в резюме для hh.ru или корпоративных порталов партнеров в один клик. Работодатель может отсканировать QR-код в резюме и увидеть верифицированные навыки.

Механизм внедрения: Разработка регионального реестра цифровых сертификатов.

Сценарий: Директор колледжа управляет ресурсами.

Проблема: Высокая бюрократическая нагрузка, ручное составление расписания.

Функциональное решение:

1. **Академическое расписание:** Автоматическое составление с учётом доступности аудиторий, преподавателей, групп и оборудования. Конфликты выявляются автоматически.

2. **Учёт оборудования:** Инвентаризация, планирование закупок, мониторинг износа лабораторного оборудования (возможна интеграция с IoT-датчиками на станках).

3. **Финансы:** Учёт платных услуг, стипендий, грантов. Прозрачное бюджетирование.

4. **Кадровый учёт:** Табель рабочего времени, нагрузка преподавателей, планирование повышения квалификации.

Механизм внедрения: Интеграция с системами бухгалтерского учёта через API.

Модуль «Аналитика и Бизнес-Интеллект (BI)»

Сценарий: Департамент или Директор оценивает эффективность.

Проблема: Отчётность формируется постфактум, невозможно предотвратить отчисление.

Функциональное решение:

1. **Дашборд руководителя:** Ключевые показатели (KPI) в реальном времени (посещаемость, успеваемость, финансовое исполнение). Drill-down возможность (провалиться от региона до конкретного студента).

2. **Предиктивная аналитика:** Прогноз риска отчисления студентов («группа риска») на основе поведения в LMS (не заходит в систему, не сдаёт тесты) и посещаемости. Это позволяет кураторам вовремя вмешаться.

3. **Мониторинг трудоустройства:** Отслеживание карьерных траекторий выпускников через интеграцию с данными ПФР или ФНС (с обезличиванием).

4. **Анализ востребованности программ:** Сопоставление выпуска специалистов с вакансиями на рынке труда региона.

Механизм внедрения: Создание аналитического центра на базе Департамента образования области.

Микросервисная архитектура представляет собой современный подход к разработке сложных распределённых систем, в которых каждая функциональность реализуется в виде отдельного независимого сервиса. Данная схема наглядно демонстрирует реализацию микросервисной архитектуры в цифровой образовательной экосистеме.

Основными принципами микросервисной архитектуры являются:

Автономность: Каждый микросервис автономен, имеет собственную базу данных и логику.

Независимое развитие: Компоненты могут развиваться независимо друг от друга.

Масштабируемость: Масштабирование производится отдельно для каждого компонента.

Отказоустойчивость: Выход из строя одного сервиса не влияет на работу остальных.

Безопасность и маршрутизация: Центральный компонент (API Gateway) управляет доступом и маршрутизацией запросов.

Центральным звеном является: API Gateway:

API Gateway служит единым точкой входа для всех клиентов и внешних систем. Через него проходит весь трафик, направляемый к соответствующим микросервисам. Он выполняет ключевые функции:

- **Маршрутизация запросов:** Распределяет запросы между микросервисами.
- **Управление безопасностью:** Авторизация, аутентификация, защита от атак.
- **Мониторинг и журналирование:** Сбор метрик производительности и отслеживание ошибок.

Функциональные микросервисы

1. Расписание

Задача:

Хранение и управление расписаниями занятий, экзаменов, мероприятий.

Особенности:

- Автономная база данных с расписаниями групп, преподавателей и аудиторий.
- Интеграция с календарём преподавателя и студента.
- Гибкая настройка фильтров и уведомлений.

Примеры функций:

- Просмотр текущего расписания.
- Экспорт расписания в календарь Google/iCal.
- Получение уведомлений о смене расписания.

2. Оценивание

Задача:

Учёт и управление результатами контроля успеваемости.

Особенности:

- Хранение оценочных листов, промежуточных и итоговых оценок.
- Независимая логика расчётов средних баллов и рейтингов.
- Настройка критериев оценки.

Примеры функций:

- Добавление и изменение оценок преподавателем.
- Генерация отчётов успеваемости группы.
- Отправка уведомлений студенту о выставленной оценке.

3. Портфолио

Задача:

Формирование и управление электронными портфелями достижений студентов.

Особенности:

- Индивидуальное портфолио каждого студента.
- Хранилище сертификатов, дипломов, наград.
- Связь с модулями оценивания и практик.

Примеры функций:

- Загрузка документов и проектов.
- Автоматическое формирование резюме на основе накопленного опыта.
- Представление портфолио работодателю.

4. Практика

Задача:

Организация и управление производственной практикой студентов.

Особенности:

- База данных мест прохождения практики.
- Планирование и распределение студентов по предприятиям.
- Учёт отчётности и оценок по итогам практики.

Примеры функций:

- Назначение места практики студенту.
- Заполнение и проверка отчётов студентами и предприятиями.
- Выставление зачётов по результатам практики.

5. Трудоустройство

Задача:

Поддержка трудоустройства выпускников и взаимодействия с работодателями.

Особенности:

- Каталог вакансий и работодателей.
- Резюме студентов и выпускников.
- Система рекомендаций и отзывов.

Примеры функций:

- Поиск вакансий по специальности.
- Рассылка предложений студентам и выпускникам.
- Организация карьерных консультаций.

6. Аналитика

Задача:

Сбор и анализ данных для принятия управленческих решений.

Особенности:

- Агрегированная статистика успеваемости, посещаемости, востребованности специальностей.
- Прогностическая аналитика и рекомендательные алгоритмы.

Примеры функций:

- Генерация отчётов по успеваемости групп и направлений.
- Прогнозирование успешности студентов.
- Рекомендательная система курсов и дисциплин.

7. Контент

Задача:

Управление образовательными материалами и контентом.

Особенности:

- Библиотека электронных учебников, лекций, тестов.
- Каталог мультимедийных материалов.
- Версионность и управление правами доступа.

Примеры функций:

- Загрузка и публикация новых учебных материалов.
- Поиск и фильтрация контента по дисциплинам.
- Интеграция с системами дистанционного обучения.

Преимущества микросервисной архитектуры:

- Отказоустойчивость:** Один сбой не нарушает работу всей системы.
- Независимое масштабирование:** Можно увеличивать мощность нужного сервиса без затрагивания других.
- Параллельная разработка:** Каждая команда работает над отдельным сервисом.
- Гибкость замены компонентов:** Легко заменить устаревший модуль новым.
- Быстрое внедрение новшеств:** Новые сервисы интегрируются постепенно, минимально влияя на существующие процессы.

Внешние интеграции

Система поддерживает интеграцию с внешними государственными и коммерческими платформами:

Госуслуги — получение государственных справок и документов.

1С:Колледж — интеграция с бухгалтерскими и кадровыми системами.

ФИС ФРДО — федеральная информационная система профессиональных образовательных организаций.

ГИС «Работа в России» — государственная информационная система занятости населения.

Электронные библиотеки — доступ к научным и учебным материалам.

Микросервисная архитектура идеально подходит для крупных образовательных экосистем благодаря своей гибкости, надёжности и простоте сопровождения. Такой подход позволяет эффективно развивать и модернизировать отдельные модули, сохраняя стабильность и целостность всей системы.



Рисунок 3. Микросервисная архитектура экосистемы

Каждый микросервис автономен: своя БД, логика, API, они взаимодействуют через Gateway. Эксплуатация предоставляет возможность постепенной модернизации.

Микросервисная архитектура цифровой экосистемы. Каждый функциональный блок (расписание, оценивание, портфолио и др.) реализован как независимый сервис с собственной базой данных. Все взаимодействия проходят через центральный API Gateway, обеспечивающий безопасность, маршрутизацию и мониторинг. Такая архитектура обеспечивает отказоустойчивость, гибкость масштабирования и возможность независимого развития отдельных компонентов.



Рисунок 4. Функциональные модули цифровой экосистемы СПО

Схема демонстрирует архитектуру единой цифровой платформы для колледжей и техникумов. В центре находится ядро системы, вокруг которого построены 8 функциональных модулей, охватывающих весь путь пользователя: от поступления в учебное заведение до трудоустройства и дальнейшего карьерного роста.

1. Центральное ядро системы : Единый ЛК (Личный Кабинет)

Это точка входа в систему (Single Sign-On — SSO).

Функция: Единая авторизация для всех сервисов. Пользователю не нужно запоминать разные пароли для расписания, библиотеки или чата.

Состав:

- **SSO:** Единый аккаунт.
- **Профиль:** Личные данные, настройки, аватар.
- **Уведомления:** Центр оповещений (оценка поставлена, занятие перенесено, новое сообщение).

- **Пример:** Студент заходит в приложение, видит уведомление «Завтра практика в 8:00» и одним кликом переходит в модуль «Практика».

Далее дадим описание функциональных модулей (по часовой стрелке)

1. Абитуриент (Зеленый блок)

Модуль для работы с потенциальными студентами до момента зачисления.

Функции:

- **Приёмная комиссия:** Электронная подача документов, отслеживание статуса заявления, рейтинговые списки.
- **Профориентация:** Тесты на выбор профессии, виртуальные туры по колледжу-техникуму.
- **Подача документов:** Загрузка сканов паспорта, аттестата.
- **Пример:** Школьник заходит на сайт колледжа-техникума, проходит тест «Кем стать?», выбирает специальность «Сварщик» и загружает скан аттестата, не выходя из дома.

2. LMS (Learning Management System) — Оранжевый блок

Система управления обучением. Основной инструмент для учебного процесса.

Функции:

- **Смешанное обучение:** Сочетание очных лекций и онлайн-материалов.
- **Контент:** Доступ к лекциям, заданиям.
- **Тесты:** Промежуточная и итоговая аттестация онлайн.
- **Геймификация:** Баллы, уровни, рейтинги студентов для повышения мотивации.
- **Пример:** Преподаватель загружает видео-лекцию в систему. Студент смотрит её дома, проходит тест, получает автоматическую оценку и виртуальный значок «Знаток теории».

3. Практика (Фиолетовый блок)

Модуль для организации производственной практики, критически важный для СПО.

Функции:

- **Биржа вакансий:** Предложения от партнеров-работодателей.
- **Дневник практики:** Электронное заполнение отчета о проделанной работе.
- **Геолокация:** Подтверждение присутствия студента на рабочем месте через GPS.
- **ЭЦП (Электронная цифровая подпись):** Подписание документов практики онлайн.
- **Пример:** Студент-автомеханик приходит на завод. Приложение фиксирует его геолокацию. В конце дня он вносит запись в электронный дневник, а мастер подписывает её своей ЭЦП.

4. Портфолио (Красный блок)

Цифровой след компетенций студента.

Функции:

- **Паспорт компетенций:** Визуализация навыков (Hard & Soft skills), которые освоил студент.
- **Микро-кредиты:** Краткосрочные сертификаты о прохождении отдельных курсов или модулей.
- **Экспорт в HR:** Возможность выгрузить резюме и портфолио напрямую в системы поиска работы (например, hh.ru).
- **Пример:** Выпускник формирует цифровое портфолио, где видно, что он умеет работать на станке с ЧПУ и знает английский язык, и отправляет ссылку работодателю.

5. Администрирование (Голубой блок внизу)

Бэк-офис для управления учебным заведением.

Функции:

- **Расписание:** Автоматическое составление и публикация расписания занятий и экзаменов.
- **ERP:** Планирование ресурсов предприятия (учет имущества, складов).
- **Кадры и финансы:** Зарплата преподавателей, стипендии, бюджет.
- **IoT-мониторинг:** Подключение датчиков (умный кампус) — контроль температуры в аудиториях, доступ в помещения по карте.
- **Пример:** Завуч составляет расписание, система автоматически проверяет, не занят ли преподаватель и свободна ли аудитория. Бухгалтер начисляет стипендии на основе данных об успеваемости из LMS.

6. Аналитика (Розовый блок)

Инструменты для принятия управленческих решений на основе данных.

Функции:

- **Дашборды:** Визуальные панели с ключевыми показателями (успеваемость, посещаемость).
- **Предиктивная аналитика:** Прогнозирование рисков (например, выявление студентов, которые могут быть отчислены, на основе снижения активности).
- **BI-отчеты:** Бизнес-аналитика для руководства и министерства.
- **Пример:** Директор колледжа-техникума видит на экране график, что на 2 курсе упала посещаемость, и система подсвечивает группы риска.

7. Контент (Синий блок)

Хранилище образовательных ресурсов.

Функции:

- **Библиотека:** Электронный фонд учебников и методичек.
- **Видео:** Архив записей уроков, обучающие ролики.

- **Симуляторы:** Виртуальные тренажеры (VR/AR) для отработки навыков без риска поломки оборудования.

- **Методические материалы:** Планы уроков для преподавателей.

- **Пример:** Студент-электрик надевает VR-очки и через симулятор учится собирать электрощит, не рискуя получить удар током.

8. Коммуникации (Бирюзовый блок)

Инструменты для общения всех участников процесса.

Функции:

- **Чаты:** Личные и групповые переписки.
- **Форумы:** Обсуждение тем, вопросов по учебе.
- **Видеоконференции:** Встроенный аналог Zoom/Skype для дистанционных пар.
- **Уведомления:** Рассылки.

Пример: Староста группы создает чат для обсуждения проекта, а преподаватель

Ролевая модель (Нижняя часть схемы)

Внизу схемы указано: «Доступ к модулям адаптируется под роль». Это означает, что интерфейс системы меняется в зависимости от того, кто в нее вошел:

1. **Студент:** Видит расписание, оценки, чаты, задания, портфолио. Не видит финансы колледжа-техникума.

2. **Преподаватель:** Видит журнал оценок, контент, расписание, аналитику по своей группе.

3. **Администрация:** Имеет полный доступ ко всем модулям, особенно к «Администрированию» и «Аналитике».

4. **Работодатель:** Имеет доступ к модулю «Практика» (для размещения вакансий) и «Портфолио» (для просмотра навыков студентов).

5. **Родитель:** Видит успеваемость ребенка, расписание, уведомления о пропусках (доступ ограничен только данными своего ребенка).

Теперь рассмотрим, как в схеме (рисунок 5) демонстрируется, как «сырые» данные из разрозненных источников превращаются в полезную аналитику и рекомендации для разных участников образовательного процесса с использованием искусственного интеллекта.

1. Источники данных (Нижний уровень)

Внизу схемы расположены пять блоков — это источники, откуда система собирает информацию. Это фундамент аналитики.

- **LMS (Learning Management System) — Зеленый блок:**
- **Данные:** Оценки за тесты, посещаемость онлайн-занятий, активность в курсах (сколько времени потрачено на видео, сколько попыток сдачи теста).
 - *Пример:* Система фиксирует, что студент Петров трижды пересдавал тест по физике и потратил на лекцию 5 минут вместо 45.
- **Эл. журнал (Электронный журнал) — Оранжевый блок:**
- **Данные:** Традиционная успеваемость, оценки за семинары, домашние задания, поведение.
 - *Пример:* Преподаватель выставляет оценку «4» за практическую работу в колледже-техникуме.
- **1С:Колледж — Фиолетовый блок:**
- **Данные:** Административная информация. Приказы (о зачислении, отчислении, переводе), контингент (списки студентов), кадры (список преподавателей, их нагрузка).
 - *Пример:* Издание приказа о переводе студента на платное отделение или прием на работу нового мастера производственного обучения.
- **Внеш. системы — Голубой блок:**

- **Данные:** Интеграция с государственными и сторонними сервисами.
- **Госуслуги:** Авторизация и подтверждение личности.
- **ФРДО (Федеральный реестр сведений о документах об образовании):** Проверка подлинности дипломов.
- **Работа в России:** Данные о вакансиях и трудоустройстве выпускников.
- *Пример:* Система автоматически проверяет, получен ли аттестат абитуриента, через ФРДО.
- **IoT-датчики (Интернет вещей) — Розовый блок:**
- **Данные:** Данные с физического оборудования.
- **Оборудование:** Статус станков, компьютеров (включены/выключены, ошибки).
- **Посещаемость аудиторий:** Данные с турникетов, камер или Wi-Fi-радаров.
- *Пример:* Турникет на входе в колледж-техникум фиксирует время прихода студента, а датчик на станке с ЧПУ сообщает, что он простаивает уже 2 часа.

2. Хранение и нормализация (Средний уровень)

Собранные данные поступают в центральные хранилища для обработки.

- **Data Lake (Озеро данных) — Синий блок:**
- **Функция:** Единое хранилище всех данных экосистемы. Сюда сливается всё «как есть» — и логи с серверов, и оценки, и данные с датчиков.
- *Пример:* В Data Lake лежат миллионы записей: «Студент Иванов», «Студент Иванов И.», «Ivanov I.» — пока это просто куча данных.
- **MDM (Master Data Management) — Фиолетовый блок:**

- **Функция:** Управление главными данными. Этот слой очищает данные и создает «Золотую запись» (Golden Record). Он связывает разрозненные записи воедино.

- *Пример:* MDM понимает, что «Студент Иванов» из LMS, «Студент Иванов И.» из журнала и «Иванов» с турникета — это **один и тот же человек**. Он присваивает ему единый ID, чтобы аналитика была корректной.

3. Аналитика и потребители (Верхний уровень)

Обработанные данные поднимаются вверх, где искусственный интеллект превращает их в смыслы.

- **Аналитический слой (AI/ML) — Красный блок:**
- **Функция:** Использование методов Искусственного Интеллекта (AI) и Машинного Обучения (ML).
- **Предиктивная аналитика:** Прогнозирование будущего (кто отчислится, кто получит красный диплом).
- **Рекомендации:** Советы на основе данных (какой курс пройти, какую вакансию выбрать).
- **Дашборды:** Визуализация данных (графики, диаграммы).
- **Потребители аналитики (Правая колонка):** Результат работы AI распределяется по четырем ролям:
 - **Студент (Зеленый блок):** Получает **персональные рекомендации**.

Пример: «Ты плохо усвоил тему "Электрические цепи", вот ссылка на дополнительное видео» или «Тебе подойдет вакансия электромонтера на заводе X».

- **Преподаватель (Оранжевый блок):** Получает **аналитику группы**.

Пример: «Внимание! 40% группы не выполнили домашнее задание, рекомендуется повторить тему на следующем уроке».

- **Руководитель (Фиолетовый блок):** Получает КРІ и дашборды.

Пример: Директор видит на экране: «Посещаемость упала на 5%, успеваемость на 1 курсе ниже плана. Риск невыполнения госзадания».

- **Департемант (Голубой блок):** Получает агрегированную статистику.

Пример: Сводный отчет по региону: «Трудоустройство выпускников СПО составило 85%, дефицит кадров наблюдается в сфере сварки».

4. Обратная связь (Пунктирная стрелка)

В центре схемы проходит пунктирная стрелка **«Обратная связь и улучшение моделей»**.

- **Суть:** Это цикл непрерывного обучения системы.
- **Как это работает:** Если система рекомендовала студенту курс, а он его не прошел или получил плохую оценку, эта информация возвращается обратно в аналитический слой. AI понимает, что рекомендация была неудачной, и корректирует свои алгоритмы, чтобы в следующий раз предложить что-то более подходящее.

Все подчиняется описанию классического конвейера данных (Data Pipeline) в современной цифровой организации: *«Данные собираются из всех источников → очищаются в MDM → анализируются AI → результаты доставляются пользователям → обратная связь улучшает модели»*

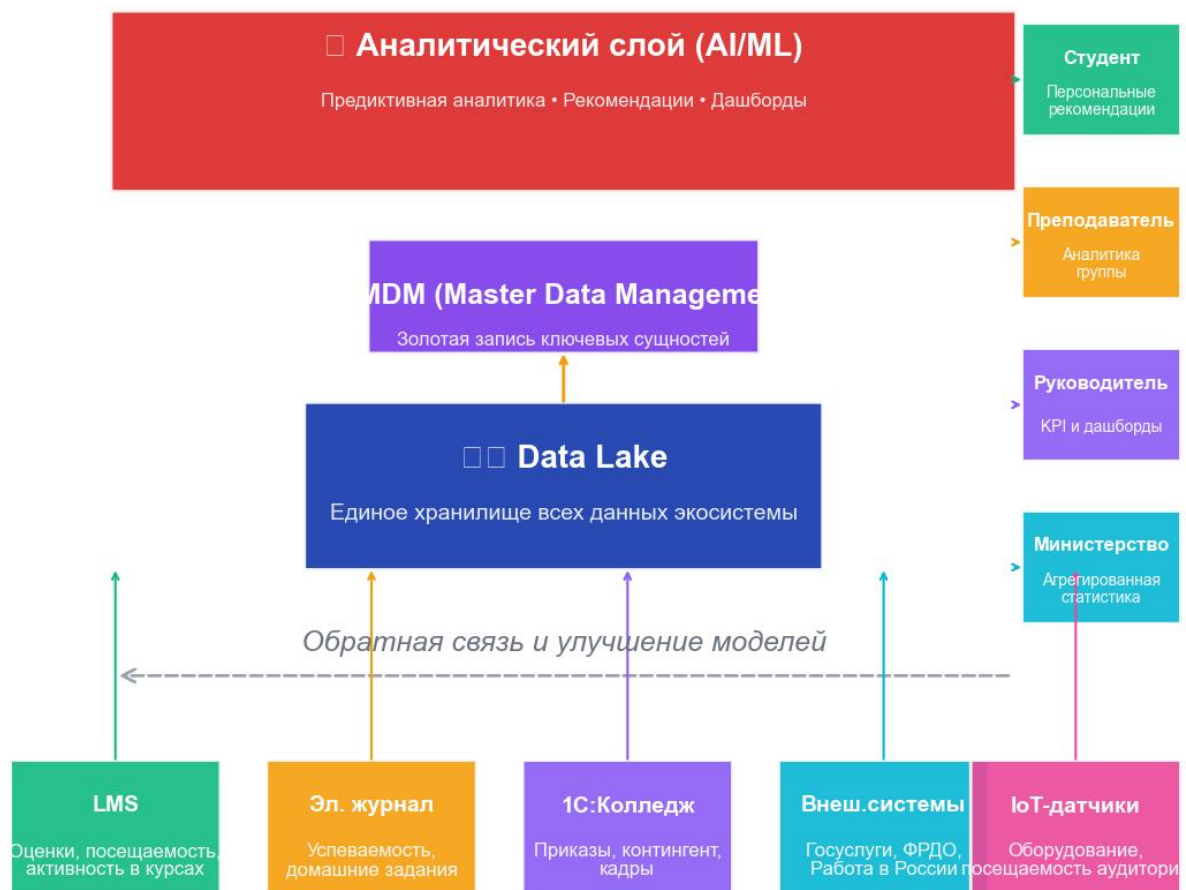


Рисунок 5. Схема потоков данных и аналитики в цифровой экосистеме