

**Министерство просвещения Республики Казахстан  
Национальная академия образования им. Ы. Алтынсарина**



**Применение «умной аналитики» в организациях образования**

**Астана**

**2022**

Применение «умной аналитики» в организациях образования. – Астана:  
НАО имени Ы. Алтынсарина, 2022. – 200 с.

Методические рекомендации содержат анализ современных концепции аналитического сопровождения системы образования, обзор международного опыта по применения «умной аналитики» в сфере образования, а также отечественный опыт аналитического сопровождения образования.

Методические рекомендации предназначены для директоров и заместителей директоров школ, педагогов, классных руководителей, методистов общеобразовательных школ.

© Национальная академия

образования им. Ы. Алтынсарина, 2022

## Структура

Глоссарий.....	4
Сокращения.....	5
<b>Введение</b> .....	<b>6</b>
Раздел 1. Анализ современных концепции аналитического сопровождения системы образования. ....	9
Раздел 2. Международный опыт применения «умной аналитики» в сфере образования.....	77
Раздел 3. Отечественный опыт аналитического сопровождения системы образования.....	147
Раздел 4. Методические рекомендации по применению «умной аналитики» в организациях среднего образования .....	156
<b>Заключение</b> .....	<b>159</b>
Список использованной литературы.....	160
Приложения .....	163

## Глоссарий

*Интеллектуальный анализ образовательных данных (Educational Data Mining)* — это развивающаяся дисциплина, занимающаяся разработкой методов исследования уникальных и все более масштабных данных, поступающих из образовательных учреждений, и использованием этих методов для лучшего понимания обучающихся и условий, в которых они учатся.

*Учебная аналитика (Learning analytics)* – это измерение, сбор, анализ и представление данных об обучающихся и их контекстах с целью понимания и оптимизации обучения и среды, в которой оно происходит.

*Машинное обучение* - относится к методам, которые автоматизируют построение моделей с помощью итеративных алгоритмов - то есть серии шагов, которые постоянно корректируются для улучшения прогностической эффективности - вместо того, чтобы полагаться на функциональные формы (спецификации независимых переменных и типы связей между переменными и результатом), заданные аналитиком.

*Перекры́стная проверка (кросс-валидация, Cross-validation)* — метод оценки аналитической модели и её поведения на независимых данных. При оценке модели имеющиеся в наличии данные разбиваются на  $k$  частей. Затем на  $k-1$  частях данных производится обучение модели, а оставшаяся часть данных используется для тестирования. Процедура повторяется  $k$  раз; в итоге каждая из  $k$  частей данных используется для тестирования. В результате получается оценка эффективности выбранной модели с наиболее равномерным использованием имеющихся данных.

*Ансамбль методов.* Позволяет аналитику рассматривать несколько моделей или алгоритмов машинного обучения систематическим и заранее определенным образом, чтобы выбрать и использовать для прогнозирования оптимальную модель или алгоритм в соответствии с интересующей мерой эффективности.

## **Сокращения**

ИАОД – Интеллектуальный анализ образовательных данных

ИАЦ – Информационно-аналитический центр МП РК

ИИ – искусственный интеллект

КОО – комплексный отраслевой обзор

МИПО – Международный институт планирования образования ЮНЕСКО

МП – Министерство просвещения Республики Казахстан

НОБД – Национальная база образовательных данных

ОО – общественные объединения

СПО – стратегический план образования

УА – Учебная аналитика

PIRLS – международное исследования читательской грамотности

PISA - программа ОЭСР по международной оценке обучающихся

TIMSS -- международное сравнительное исследование по оценке качества общего образования по математике и естествознанию

ФГД – фокус-групповая дискуссия

## **Введение**

В условиях высокой изменчивости и турбулентности современной внешней среды, интенсификации информационных потоков и усложнения управленческих задач стратегического и оперативного характера объективно формируется потребность субъектов системы образования (особенно организациях образования) в максимально полном преодолении, возникающей в процессе их управления информационной неопределенности. Любое неконтролируемое, непрогнозируемое изменение, произошедшее как во внутренней, так и во внешней среде организаций, может вызвать ощутимый резонанс в его работе, особенно когда касается успешного реализации стратегических целей и индикаторов в области образования. В силу этого актуализируются вопросы аналитического сопровождения управленческих решений менеджмента.

С другой стороны, управление на основе данных выходит в передний план, а данные стали во многом определяющей деятельностью управленца в любой сфере. В данную тенденцию

Сегодня 650 миллионов детей во всем мире рискуют остаться позади, поскольку они не могут освоить базовые навыки. Несправедливый доступ к образованию является частью проблемы, но даже когда дети учатся в школе, они могут не учиться. Понятно, что статус-кво недостаточно хорош, но что делать по-другому? В то время как школы, испытывающие трудности, безусловно, выиграют от улучшения условий и большего количества учителей, прошлые исследования подчеркивают, что решения, ориентированные на ввод, вероятно, недостаточны. Многие страны, выделяющие значительные ресурсы на цели образования, по-прежнему не обеспечивают, чтобы все дети учились. Родителям, педагогам, политикам и школьным администраторам нужны лучшие инструменты для диагностики того, где и почему существуют пробелы в обучении, и оценки того, какие стратегии они могут использовать, чтобы изменить ситуацию. Высококачественные данные и фактические данные имеют важное значение для обеих задач.

Правительства, коммерческие и некоммерческие организации отреагировали на эту проблему, создав обильные объемы данных и анализа для поддержки принятия решений в области образования во всем мире. Хотя необходимы постоянные инвестиции в сбор данных и управление ими, конечная ценность доказательств заключается не в их производстве, а в их использовании. В этом заключается одна из самых больших проблем перевода информации в практические идеи: те, кто производит данные об образовании, часто далеки от тех, кто принимает важные решения о

политике, программах и инвестициях в области образования. При ограниченном понимании того, какие фактические данные используют и в которых нуждаются лица, принимающие решения, высока вероятность неиспользования и неправильного использования информации.

Развитие цифровых технологий, которое привело к появлению больших данных (big data) и позволило эффективно работать с ними, должно было осуществить революцию в управлении образовательными системами и организациями. Действительно, данных о системе образования, образовательных организациях, отдельных участниках образовательных отношений собирается все больше.

При этом практика управления продолжает демонстрировать неспособность большинства лидеров справиться даже с небольшим объемом, казалось бы, привычных для них сведений. Информация об образовательных результатах, параметры условий осуществления образовательной деятельности, финансовые показатели — все эти данные преимущественно используются для подготовки тех или иных отчетов, информирования вышестоящих руководителей или потребителей образовательных услуг. Это, безусловно, важная задача, но при этом управленческие решения продолжают приниматься на уровне интуиции, которая часто просто не может сработать из-за исключительной новизны или неординарности ситуации, как это случилось в период пандемии COVID-19.

В управлении вообще и в управлении образовательными системами и организациями в частности аналитика является важнейшим инструментом доказательного принятия решений на основе данных. Современный мир все в большей степени соответствует характеристикам VUCA: это стрессовый, нестабильный, быстро меняющийся мир. Система образования сама по себе является сложной, многомерной конструкцией. На результаты ее функционирования оказывает влияние огромное количество динамичных, неоднозначных факторов. Для адекватного существования сложной системы в сложном VUCA-мире необходимо постоянно перерабатывать, анализировать и интерпретировать огромные объемы информации.

Использование руководителем аналитического аппарата не отрицает опору на интуицию, но дополняет ее. Использование данных, их анализ позволяют руководителю подкрепить или скорректировать собственные интуитивные решения, особенно если их приходится принимать в принципиально новых условиях, в ситуации максимальной неопределенности. Аналитика снижает энергозатраты на выполнение контрольных функций управления, повышает точность принимаемых решений за счет включения в анализ широкого спектра источников данных, обеспечивает доказательность аргументов при вовлечении в деятельность не

только внутренних исполнителей, но и внешних партнеров и влиятельных лиц.



## **Раздел 1. Анализ современных концепции аналитического сопровождения системы образования.**

В современном контексте аналитическая поддержка, имеющая характер управленческого влияния, становится средством качественного развития системы образования. Данный вид деятельности направлен на сбор и обработку релевантной информации для обогащения понимания действительности, главным образом для принятия управленческих решений. Заинтересованными сторонами аналитической деятельности вступают субъекты, которые так или иначе, сознательно и неосознанно, прямо или косвенно воспользоваться процессом или результатами анализа образовательных систем.

### *Анализ сектора образования и подходы*

Надгосударственном уровне рамки инструментов анализа состояния сектора образования были предложены группой экспертов и консультантов ЮНЕСКО (в частности, Международного института планирования образования ЮНЕСКО (далее – МИПО), Всемирного Банка, ЮНИСЕФ и Секретариата Глобального партнерства в целях образования). Данный шаг в планировании сектора, и заключается в проведении углубленной и целостной диагностики последних тенденций и текущего состояния системы образования, чтобы определить достигнутый прогресс и нерешенные проблемы.

В текущий период разработаны 3 части методических руководства. В первой части были представлены методологии для анализа шести общесекторальных тематических областей: *контекст, доступ, затраты и финансирование, качество, системный потенциал и управление, внешняя эффективность и справедливость с акцентом на подсекторы начального и среднего образования* (UNESCO (a), 2014). Во второй части методического руководства акцент поставлен на методологии анализа четырех подсекторов образования: *раннее развитие детей, высшее образование, обучение грамоте взрослых и неформальное образование, а также техническое и профессиональное образование* (UNESCO (b), 2014). Далее в третьей части данной серии были представлены методологии и прикладные примеры для диагностики систем образования, а также предложены рекомендации по укреплению национального потенциала в области анализа систем образования в четырех областях: *система инклюзивного образования для детей с ограниченными возможностями, анализ рисков для устойчивых систем образования, функционирование и эффективность администрации образования, а также картирование заинтересованных сторон и анализ проблем* (UNESCO, 2021).

Также в руководстве предоставлены практические инструменты обработки и анализа данных (*процедуры проверки данных, определения и формулы расчета показателей, методологии анализа*). Описываются качественные инструменты (*например, анкеты о проведении консультаций с заинтересованными сторонами*), которые представляют собой относительно новый аспект в отчетах о ситуации в секторе образования.

Эксперты МИПО в контекстном факторе развития сектора образования отмечают (а) социальные, гуманитарные и демографические показатели, а также (б) макроэкономические показатели и государственное финансирование.

В качестве инструментов оценки демографических показателей предложены:

- оценка качества и достоверности национальных демографических показателей;
- расчет темпа роста численности населения (на основе среднегодового темпа роста численности населения);
- расчет коэффициента демографической псевдонагрузки (*доля детей школьного возраста в общей численности населения*);
- расчет коэффициента демографической нагрузки (*доля детей, молодежи и людей пожилого населения (нетрудоспособного населения) в численности потенциально экономически активного населения*).

В отношении контингента обучающихся и внутренней эффективности образовательной системы страны, а также выпадающих из системы образования детей предложены следующие инструменты и методы:

Расчет *валового коэффициента контингента обучающихся (ВКК)* за определенный цикл рассчитывается путем деления контингента обучающихся на определенном уровне образования на численность населения, возраст которых теоретически соответствует данному уровню образования. ВКК позволяет от общей численности населения, которая должна учиться на данном уровне образования, определить долю обучающихся, которых страна может зачислить в школу.

Для оценки охвата школьным образованием рекомендуется параллельно с ВКК рассчитать *чистый коэффициент контингента обучающихся (ЧКК)*. ЧКК рассчитывается следующим образом:

$$\text{ЧКК} = \frac{\text{Общее число детей соответствующей возрастной группе, которая установлена для данного уровня образования}}{\text{Общий контингент обучающихся в официальной возрастной группе}}$$

При расчете ЧКК за определенный цикл во внимание берется группа детей, находящихся в официальной возрастной группе, охваченных образованием определенного уровня. Специалисты по вопросам образования считают, что дети обучаются на каждой ступени (уровне) образования в отведенном для этого возрасте. Подходы к обучению в определенном классе должны быть адаптированы в соответствии с определенным возрастом обучающихся, т.е. некоторые подходы могут оказаться слишком сложными для детей помладше или не соответствовать требованиям детей постарше.

В целях устранения упомянутых недостатков валового коэффициента численности обучающихся необходимо использовать профили обучения, проанализировать коэффициент сохранения контингента обучающихся и среднюю продолжительность обучения в школе.

*Образовательные пирамиды* являются еще одним способом разъяснения профилей обучения. В них описываются коэффициенты доступа к различным ступеням образования (для того, чтобы пирамиду было легче понимать, указываются только коэффициенты доступа к первому и последнему классам каждого цикла обучения). Каждый компонент пирамиды отражает отдельный цикл обучения, при этом начальный цикл/ступень обучения указывается снизу, а основное среднее образование (старшие классы школы) — сверху. Визуальное представление информации о том, сколько детей поступает и заканчивает каждый цикл/ступень обучения, позволяет на одной диаграмме оценить охват школьным образованием и увидеть количество детей, которые бросают школу. На пирамиде можно четко увидеть переход от одного цикла/ступени обучения к другому

*Концептуальная структура «Анализ уязвимых мест».* Разработанная ЮНИСЕФ для сектора здравоохранения (*модель Танахаши*), можно адаптировать под нужды сектора образования и использовать для выявления и оценки определяющих факторов (*как с точки зрения спроса, так и предложения*), которые затрудняют процесс получения образования (*или результатов обучения*). При подготовке образовательных программ, нацеленных на устранение выявленных уязвимых мест и вызовов, полезно использовать данный инструмент.

**Таблица 1. «Анализ уязвимых мест» (Модель Танахаши)**

Направления модели Танахаши	Направления по сектору здравоохранения	Анализ уязвимых мест в секторе образования
1. Наличие	1. Наличие предметов потребления	1. Наличие необходимых образовательных ресурсов ( <i>классные комнаты, учебники, учебные материалы и т. д.</i> ).
	2. Наличие человеческих ресурсов	2. Наличие необходимых человеческих ресурсов ( <i>учителей/квалифицированных преподавателей</i> ).
2. Доступность	3. Физический доступ	3. Физический доступ к школе ( <i>расстояние до школы, физический доступ, финансовые трудности и т.д.</i> )
3. Приемлемость	4. Первое получение услуг здравоохранения	4. Первое получение услуг: Коэффициент доступа к 1 классу можно рассчитать при помощи методологии ( <i>на основе результатов обследования домохозяйств</i> )
4. Контакт/продолжительное пользование	5. Продолжительное получение услуг здравоохранения	5. Прием контингента обучающихся. Можно оценить при помощи коэффициента выживаемости или коэффициента окончания школы
5. Эффективность	6. Эффективность — качество	6. Качество: успеваемость в школе

Что такое «качество образования» и как его можно измерить? Часто измерение качества подменяют оценкой объема используемых для улучшения качества ресурсов, например, количество обучающихся на одного преподавателя и уровень квалификаций учителей. В основном, такие подходы выбираются из-за того, что по различным странам нет сопоставимой информации о результатах обучения. Однако даже если это

нелогично, но эмпирическая связь между школьными ресурсами и результатами обучения незначительна. В действительности, результаты проведенных на макро и микроуровнях исследований показывают, что на разницу в результатах обучения влияет не объем выделенных ресурсов, а эффективность использования этих ресурсов. Следовательно, не рекомендуется вместо индикаторов результативности, в случае если их не имеется, использовать показатели объема выделенных ресурсов.

Также есть мнение, что для измерения качества нужно использовать показатели внутренней эффективности (такие как количество детей, которые бросают школу между циклами/ступенями обучения). Данные индикаторы важны при оценке движения обучающихся в системе образования, но их недостаточно для того, чтобы оценить результаты обучения обучающихся на каждом уровне образования: взаимосвязь между количеством детей, которые бросают школу или остаются на второй год и результатами обучения не доказана. Фактически низкая успеваемость является только одной возможной причиной, по которой учащиеся бросают школу. Из этого следует, что очень важно обеспечить фактическое измерение результатов обучения.

В контексте обзора сектора можно использовать четыре типа оценки знаний обучающихся: (i) государственные экзамены; (ii) государственная оценка; (iii) международная стандартная оценка; и (iv) обследование домохозяйств. Каждый тип оценки предназначен для оценивания полученных знаний и навыков и имеет свои цели и толкования. В таблице 2 дается краткое описание общих характеристик, преимуществ и недостатков каждого типа оценки. Ниже по каждому типу приведены примеры его использования.

**Таблица 2. Описание типов оценки результатов обучения (применимые для обзора сектора образования)**

Тип	Охват	Ответственное учреждение	Используемая система оценивания	Преимущества	Недостатки
Государственные экзамены и вступительные тесты	В полном масштабе	Министерство образования	% тех обучающихся, которые сдали экзамен	– Позволяет увидеть тенденцию изменения <sup>1</sup> ; – Отражает	– Проводится только на последних классах каждого

<sup>1</sup> Примечание: Для того, чтобы просмотреть динамику изменения показателей, необходимо не допускать ежегодного изменения системы оценивания.

				содержание учебной программы; – Обычно применяется для всех уровней образования, включая ТиППО.	цикла; – Нельзя сопоставить с показателями других стран; – На уровне обучающихся редко имеются данные.
Государственная оценка (Промежуточный мониторинг)	В полном масштабе или на выборочной основе	Министерство образования	Оценки	– Позволяет оценить результаты обучения на любом уровне/в любом классе; – Отражает содержание учебных программ; – На уровне учащегося имеются данные.	– Нельзя сопоставить с показателями других стран; – Проводится беспорядочно.
Стандартная международная оценка	На выборочной основе	Международные организации и министерство образования	Оценки	– Позволяет при помощи стандартных тестов сопоставить показатели с другими странами	– Проводится беспорядочно; – Только частично отражает содержание учебных программ.
Оценка уровня грамотности через обследование домохозяйств	На выборочной основе	Национальные статистические институты	Оценка уровня грамотности и населения, которые в течение X лет посещали	– Позволяет в некоторых обстоятельствах сопоставить с показателями и других стран.	– Позволяет оценить только уровень грамотности; – Позволяет по истечению некоторого времени

			школу (например, навыки чтения «с трудом», «бегло» или «не умеет читать»)		примерно оценить качество предоставленного образования.
--	--	--	---	--	---

Государственные экзамены и вступительные тесты предназначены для: (i) оценки полученных знаний, навыков и мониторинга эффективности функционирования школ; (ii) подтверждения знаний каждого учащегося и присуждения соответствующей квалификации (государственные экзамены); и (iii) отбора наилучших обучающихся для допуска на следующий уровень образования или курс, в случае, если количество мест в образовательных учреждениях ограничено (вступительные тесты — в некоторых странах для этой цели также проводятся экзамены).

Результаты экзаменов и вступительных тестов позволяют оценить, какова успеваемость обучающихся по каждому циклу обучения, т.е. в данном случае учащиеся сдают экзамены в конце каждого цикла (уровня/ступени). В контексте обзора сектора результаты государственных экзаменов и вступительных тестов (количество тех, кто сдал экзамен) не могут быть использованы для целей международного сопоставления, так как в разных странах разные учебные программы и содержание экзаменов. С другой стороны, их можно использовать для анализа динамики. В данном случае необходимо посмотреть, значительно ли поменялись содержание и процедура оценивания. В целом, когда результаты экзаменов являются основанием для допуска учащегося на следующий цикл обучения, содержание экзаменов и процедуры оценивания не меняются: количество тех обучающихся, которые сдают экзамен, зависит от имеющихся мест, а не от знаний и навыков обучающихся.

Даже в тех случаях, когда результаты экзаменов не используются для допуска учащегося на следующий цикл обучения, государства заставляют упрощать экзамены, тем самым позволяя большему количеству обучающихся сдавать экзамены.

Государственную оценку успеваемости можно провести: (i) на основе репрезентативной выборки обучающихся; или (ii) в полном масштабе с охватом оцениваемой группы обучающихся. Данный подход позволяет измерить средний показатель эффективности системы образования, а именно, оценить, насколько учащиеся определенного уровня образования освоили учебную программу по одному или нескольким предметам (например, учащиеся 4 класса начальной школы или учащиеся в возрасте 11 лет). В ходе

государственной оценки учащиеся отвечают на стандартный тест, т.е., можно оценить их знания/навыки, не дожидаясь экзаменов об окончании цикла обучения. Следовательно, по результатам промежуточного тестирования можно понять, насколько учащиеся освоили учебную программу и, в случае необходимости, на ранних этапах цикла/ступени обучения внести коррективы.

Учитывая, что уровень сложности тестов не сильно отличается друг от друга, два параллельно проводимых в одном классе типа оценки позволяют увидеть динамику изменения результатов обучения обучающихся. Но в зависимости от страны периодичность проведения оценки отличается: зачастую они проводятся не на регулярной основе и результаты не могут быть использованы для целей международного сопоставления. Преимуществом данного типа оценки является то, что можно определить количество тех обучающихся, которые достигли заданного Министерством образования уровня знаний. До презентации результатов анализа рекомендуется вкратце объяснить (или дать в виде приложения) применимые в данном анализе значения минимального или исходного уровней, что позволит читателю понять уровень измеряемых знаний.

По своему определению преимуществом международной оценки является возможность сопоставить результаты обучения обучающихся одной страны с показателями другой страны. Следовательно, очень полезно использовать такого рода данные для обзора сектора, т.е. средний уровень полученных знаний/навыков обучающихся одной страны сопоставить с показателями других стран. Такого рода оценка обычно проводится на основе репрезентативной выборки обучающихся. Зачастую в проведении оценки оказывают поддержку международные институты. В рамках программы, в которой участвуют несколько стран, для целей оценки используются стандартные тесты.

На мировом уровне для улучшения процесса измерения результатов обучения при поддержке Института статистики ЮНЕСКО и Института Брукинга (центр всеобщего образования) была создана рабочая группа по измерению результатов обучения (РГИРО). При поддержке группы экспертов и по результатам, проведенных на мировом уровне консультаций, рабочей группой определены семь основных области обучения: (i) физическое развитие; (ii) социально-эмоциональное развитие; (iii) культура и искусство; (iv) грамотность и коммуникации; (v) подходы к обучению и когнитивные способности; (vi) математическая грамотность; и (vii) естествознание и технология. В ходе своей работы рабочая группа взяла за основу следующие существующие международные и региональные программы по оценке результатов обучения: оценка успеваемости



обучающихся начальных классов (ОУН), оценка успеваемости обучающихся начальных классов по математике (ОУНМ), поддержание соответствующего уровня грамотности, годовой отчет о статусе в секторе образования, способности в Кисвахили: инициатива по оценке способностей обучающихся писать, читать и считать, Кения, Танзания и Уганда, Латино-американская лаборатория по оценке, основные результаты международного исследования читательской грамотности (PIRLS), международная программа по оценке образовательных достижений 15-летних обучающихся (PISA), международное сравнительное исследование по оценке качества общего образования по математике и естествознанию (TIMSS), программа оценки и мониторинга грамотности (LAMP), программа анализа систем образования Конференции министров образования франкоговорящих стран и Консорциума по мониторингу качества образования Южной и Восточной Африки. К различным уровням образования и предметам применимы различные международные программы. Если страна участвовала в такого рода программах несколько раз, заранее проверив, не изменился ли уровень сложности тестов, можно увидеть динамику изменения результатов обучения обучающихся.

Как и в случае со многими аспектами системы образования результаты оценки уровня успеваемости скрывают значительные отличия в показателях в разрезе регионов, школ и обучающихся. Из-за того, что зачастую слабые результаты приписывают отсутствию ресурсов, необходимо на основе данных проверить это предположение. Для целей анализа сектора образования определенной страны рекомендуется оценить, насколько эффективность школы связана с выделенными ей ресурсами.

Простым и даже наивным способом анализа результатов обучения является предположение о том, что в идеальной системе образования та школа, которой выделяют больше ресурсов, функционирует эффективнее (*там, где школы функционируют в одинаковых условиях*). Согласно данной логике, между уровнем успеваемости обучающихся и выделяемыми школе ресурсами прослеживается высокая степень корреляции. Чем выше коэффициент корреляции, тем лучше процесс преобразования ресурсов в результаты (*эффективность*). С другой стороны, низкий коэффициент корреляции указывает на низкую эффективность школы и на то, что выделение дополнительных ресурсов будет недостаточно для улучшения результатов, т.е. кроме этого необходимо также улучшить процесс управления педагогическими ресурсами.

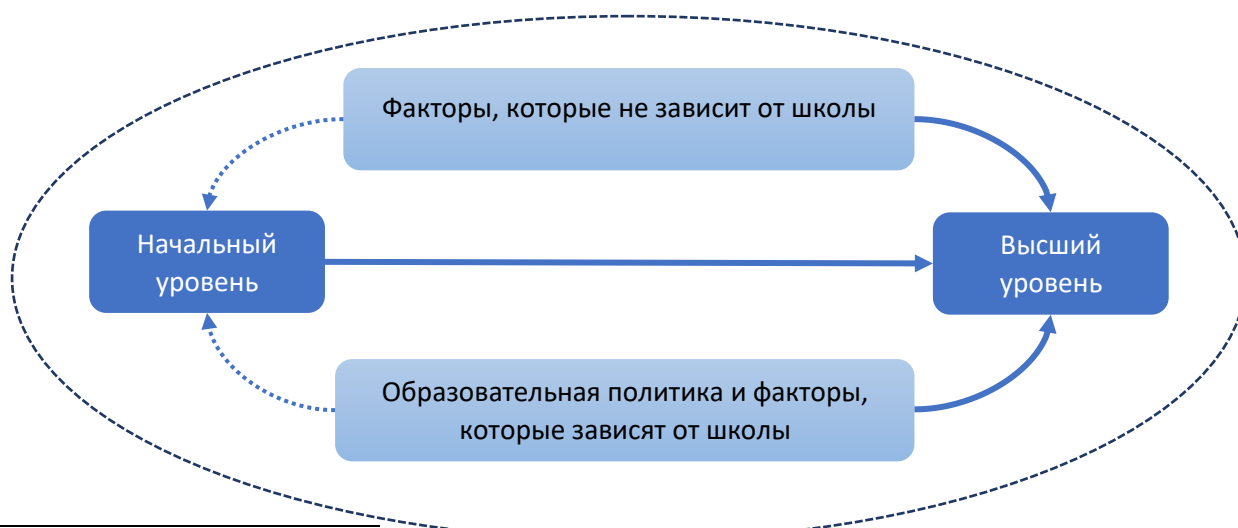
Применение аналитического подхода позволяет отобразить на точечной диаграмме школы, которые функционируют в одинаковых условиях (*например, школы, расположенные в районе или районах с*

одинаковыми социально-экономическими характеристиками). На оси X указаны имеющиеся ресурсы, выраженные как ежегодные нормативы бюджетного финансирования из расчета на одного учащегося, а на оси Y указаны результаты обучения, выраженные в средних баллах, полученных в ходе проведения стандартной оценки, или количество обучающихся, которые сдали экзамен.

Вышеприведенные показатели вызывают тревогу по поводу потенциала системы по преобразованию ресурсов/затрат в результаты (в частности, результаты обучения/успеваемость обучающихся). На самом деле существует ряд причин, по которым взаимосвязь между расходами и результатами обучения является очень незначительной. Например, на объем норматива влияют расходы на содержание учителей, следовательно, количество обучающихся на одного преподавателя в каждой школе; по сравнению с расходами, выделяемыми на содержание учителей, стоимость других ресурсов является минимальной, т.е. в общем контексте потенциальный эффект от данных затрат менее видимый. Но более важно отметить, что имеется ряд факторов, которые напрямую не влияют на формирование расходов (педагогические подходы, учительское время, и т.д.). По данным факторам, также как по институциональным и педагогическим механизмам, применимым для целей преобразования ресурсов в результаты, необходимо проводить более углубленный анализ.

На уровне школ имеется несколько факторов, которые влияют на учебный процесс. На диаграмме 1 ниже приведена временная модель производства знаний/навыков и то, как различные факторы могут повлиять на результаты обучающихся.

*Диаграмма 1. Причинный анализ результатов обучения<sup>2</sup>*



<sup>2</sup> Примечание: Сплошная линия проведена между теми факторами, между которыми зачастую выявляется взаимосвязь. Пунктирная линия означает, что между этими факторами взаимосвязь не выявляется.

На данной диаграмме факторы, влияющие на результаты обучения, разделены на две категории: факторы, которые не зависят от школы и факторы, которые зависят от образовательной политики (или школы):

1) *Факторы, которые не зависят от школы*, включают в себя среду или условия за пределами школы, т.е. то, на что в краткосрочной перспективе лица, определяющие политику, повлиять не могут. В такого рода факторы входят личностные характеристики учащегося, семейное положение, социальный статус родителей. Несмотря на то, что эти факторы очень сильно могут повлиять на результаты обучения обучающихся и несмотря на то, что в данном направлении реализуются социальные меры, зачастую они не имеют отношение к образовательной политике.

2) С другой стороны, имеются *факторы, которые зависят от образовательной политики (или школы)*, т.е. лица, определяющие политику в секторе образования, могут предпринять соответствующие меры. Данные факторы включают в себя инфраструктуру школы, учебные материалы, профессиональные характеристики педагога и методы преподавания, мониторинг преподавательского состава и т.д. Данные факторы являются ключевыми детерминантами результатов обучения, поскольку они влияют на суть всего учебного процесса.

На диаграмме 1 показана взаимосвязь между различными элементами, которая может возникнуть как в текущий период, так и по истечению определенного времени. По стрелкам можно увидеть, как эти факторы влияют на результаты обучения. На данном этапе времени важную роль играет как информация о количестве лет обучения в школе, так и другие исторические факторы. Даже если на данном этапе факторы, которые зависят от образовательной политики, не вызывают никакого сомнения, все равно очень сложно получить информацию о тех факторах (зависящих или не зависящих от школы), которые в прошлом влияли на результаты обучения/успеваемость обучающихся.

В случае, если в ходе анализа о некоторых основных факторах, которые влияют на учебный процесс, информации нет, имеется риск получения ошибочных выводов о степени воздействия рассматриваемых факторов. Следовательно, необходимо использовать такие методы анализа, при помощи которых можно определить не только основные факторы, влияющие на учебный процесс, но и совокупное воздействие от них. В литературе даются различные определения: например, совокупное воздействие, совокупный эффект и т.д. В данном руководстве для упрощения понимания слово «*эффект/воздействие*» используется без слова «*чистый/совокупный*».

Важно отметить, что, большинство методов, используемых для выявления факторов, влияющих на результаты обучения, фактически основаны на анализе взаимосвязи между данными факторами и хорошими/плохими результатами обучения. Следовательно, важно помнить, что данный тип анализа является описательным, т. е. при установлении причинно-следственной зависимости необходимо быть осторожным в толковании всех данных: в ходе анализа может случиться так, что определенный фактор повлиял на достижение лучших результатов, а фактически данный фактор не является единственным, благодаря которому были достигнуты хорошие результаты. Т. е. они могут быть следствием случайной причины.

*Описательные модели.* Данный подход может быть искусственно представлен в виде следующей формулы, где результаты обучения выражены как функция определенного числа факторов:

$$Y=f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_k), \text{ где}$$

—  $Y$  — уровень успеваемости, измеряемый по результатам обучающихся (оценки, % обучающихся, которые сдали экзамен и т.д.); и

— Каждый  $X_k$  — это фактор, по которому необходимо оценить его взаимосвязь с результатами обучения (статус школы, квалификация учителей, наличие учебников, количество обучающихся, которых оставили на второй год и т.д.).

Для представления результатов обучения необходимо выбрать переменную  $Y$ , также необходимо подготовить список факторов  $X_k$ . Затем, при помощи эконометрического моделирования, можно определить взаимосвязь между каждым фактором  $X_k$  и  $Y$ , материализованные функцией  $f$  (см. Приложение 1). Затем можно проанализировать корреляцию и определить, какие из  $X_k$  факторов статистически имеют отношение к  $Y$ , а также оценить степень их важности.

Данное уравнение называют производственной функцией, моделированием результатов обучения, или просто моделью.

### *Переменная $Y$*

Различные методы измерения результатов обучения или индикаторы, которые могут быть включены в  $Y$ , перечислены в разделе 1 данной главы. В них входят:

— Данные на уровне учащегося: оценки или результаты стандартной оценки, средний показатель о результатах сдачи экзаменов; количество обучающихся, которые сдали или не сдали экзамен; и

— Данные на уровне школы: среднее значение по результатам экзаменов, тестов или стандартных оценок, количество обучающихся, которые сдали определенный экзамен и т.д. (*на уровне школ*).

### *Переменные $X_k$*

Из какого бы источника не включались в уравнение данные, в ходе анализа необходимо определить те факторы, которые имеют совокупное воздействие и те, которые не влияют на результаты обучения. Данные по соответствующим факторам можно собрать при помощи анкетирования. В целом, информация должна включать в себя:

— *Характерные особенности обучающихся*: возраст, пол, наличие учебников, количество обучающихся, которые остались на второй год, уровень грамотности родителей, социально-экономический статус домохозяйства, оказываемая поддержка дома (*помощь в выполнении домашнего задания, работа по дому и т.д.*);

— *Характерные особенности педагогов*: пол, квалификация, полученное образование, уровень мотивации и т.д.;

— *Тип педагогической структуры*: тип класса (*одна смена, две смены, несколько классов*), количество обучающихся в классе, наличие методических материалов, учебные практики, сотрудничество между педагогами по педагогическим вопросам и т.д.; и

— *Информация о школе*: статус школы, расположение школы, характер взаимосвязи между директором и педагогами; привлечение родителей в процесс управления школой и т.д.

Учитывая, что в анкете может быть только ограниченное количество вопросов, в нее невозможно включить все факторы. Зачастую необходимо определить, какие переменные имеют преимущество перед другими.

*Альтернативные методы определения детерминантов результатов обучения.* В течение последних лет для улучшения анализа взаимосвязи между факторами и результатами были разработаны альтернативные методы, которые, кроме прочего, позволяют оценить степень воздействия нескольких факторов. Самыми распространенными методами являются *иерархические эконометрические модели (или многоуровневые модели) и экспериментальные методы (в частности, рандомизированная оценка*

воздействия). Каждый из данных подходов имеет свои технические требования, преимущества и недостатки:

— *Иерархическая или многоуровневая модели*: такого рода методы представляют собой линейные регрессии, при помощи которых можно правильно рассчитать коэффициенты моделей. На самом деле учитывая, что все учащиеся группируются в классы, данный метод предполагает проведение анализа на уровне учащегося, а потом сопоставление полученных результатов с данными, полученными на уровне класса. Данный метод позволяет одновременно оценить степень воздействия различных факторов, но вызывает сомнения в отношении гипотезы «при прочих равных условиях», т.е. в данном случае определяющие переменные не могут быть систематизированы с данными и включены в эконометрическую модель.

— *Экспериментальная модель или рандеминизированная оценка воздействия*: случайная выборка школ (включая ту группу, которая получает выгоду от определенного действия, и группу, которая не получает выгоду) позволяет измерить совокупное воздействие от реализации определенного действия, при прочих равных условиях, так как две группы отличаются только по одному аспекту (оцениваемому действию). Данный подход имеет свой недостаток, а именно, по сравнению с приведенными выше методами, он позволяет оценить воздействие одного фактора. В случае, если такого рода оценка проводится для измерения эффекта от реализации определенной политики или реформы, направленной на улучшение результатов обучения обучающихся, полученные результаты следует использовать в контексте обзора сектора образования.

*Анализ экономической эффективности затрат*. Одновременно несколько факторов могут оказать существенное воздействие на результаты обучения обучающихся. Но, учитывая, что системы образования систематически сталкиваются с проблемой нехватки государственных средств, редко представляется возможным реализовать политики по устранению имеющихся проблем. Следовательно, для интервенций необходимо выбрать приоритетные направления и сфокусироваться на нескольких факторах. Для определения иерархии важности различных факторов экономисты обычно проводят анализ экономической эффективности. Это позволяет лицам, определяющим политику, планировать и реализовать меры, способные принести наибольший эффект.

С математической точки зрения, если связь между совокупным воздействием от фактора А и его удельными затратами выше, чем связь между совокупным воздействием от фактора В и его удельными затратами, то фактор А является более экономически эффективным, чем фактор В. Для проведения точных сопоставлений нормативные затраты каждого фактора

необходимо гармонизировать из расчета на одинаковый период времени, обычно учебный год.

В контексте анализа сектора образования полученный результат можно отразить на простом графике, где на *оси X* будет стоимость каждого фактора, а на *оси Y* совокупное воздействие от каждого фактора. В график можно включить больше факторов, что позволит наглядно увидеть их воздействие.

В ходе анализа важно быть осторожным при подготовке рекомендаций, которые могут лечь в основу принятия решений. Следует отметить, что измеренное ранее воздействие от факторов является маргинальным, а экономическая эффективность затрат рассчитывалась на основе средних показателей. Однако даже при таком раскладе зачастую случается пороговый эффект и некоторые эффекты насыщения.

Институциональный анализ проводится для оценки потенциала и эффективности административных структур, которые ответственны за реализацию выработанных политическими деятелями образовательной политики. В некоторых странах в отчете об анализе сектора образования на институциональный анализ выделяется дополнительная глава. Институциональный потенциал административных органов определяется за счет анализа следующих факторов: (i) навыки и эффективность работы сотрудников; (ii) эффективность работы административных структур; (iii) функционирование государственной администрации; и (iv) политическая, экономическая и социальная ситуация в стране. Для проведения институционального анализа можно использовать различные виды информации: результаты интервью (тет-а-тет или в группе) со специалистами по вопросам образования; официальные административные данные (нормативные правовые документы, организационная структура Министерства образования); база данных о сотрудниках и узкоспециализированная анкета по оценке имеющегося персонала, данные об оценке потребностей в обучении и эффективности работы сотрудников, ответственных за планирование и управление процессом оказания образовательных услуг.

Кроме того, в тех странах, где связь между ресурсами и результатами, является незначительной, институциональный анализ позволяет оценить наличие институциональных механизмов и инструментов подотчетности, которые мотивируют и предоставляют возможность школам эффективно использовать выделенные им ресурсы. На практике можно проанализировать существующие нормативные правовые документы, провести интервью с заинтересованными сторонами, сотрудниками, ответственными за систему образования на центральном и местном уровнях, педагогами, директорами

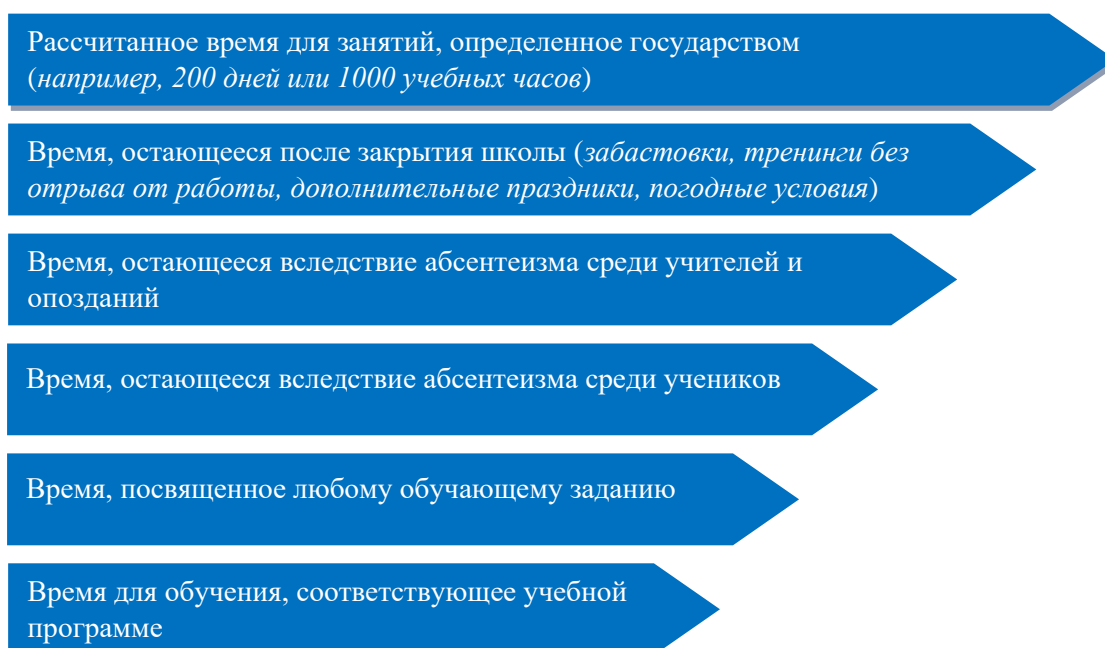
школ, руководителями, педагогическими советниками, ассоциациями родителей и учителей и представителями профсоюза.

*Мониторинг эффективности учебных часов.* Изучение абсентеизма среди учителей и в более широком смысле потери эффективности учебных часов требует данных, которые часто имеются в наличии на уровне школ, но которые не могут быть объединены на районном, региональном или национальном уровнях из-за ряда причин. Учитывая негативное влияние, которое данный феномен может иметь на системы образования (*сокращенное время контакта, неполный охват учебной программы, слабые результаты обучения и т. д.*); является важным усилить систему сбора и консолидации подобных данных.

Есть много случаев потери эффективности учебных часов. Абсентеизм среди учителей является одним из них. Однако, также является типичным то, что учебные часы сокращаются из-за позднего начала учебного года (могут поздно приниматься решения о подборе учителей, или могут быть задержки с уже одобренным подбором), потому что классы отпускают раньше для подготовки к экзаменам, или из-за других причин. Когда позволяют данные, рекомендуется охватывать как можно больше этих факторов.

Абадзи разработала хорошую практику, которую рекомендуют командам, работающим над анализом сектора образования: она разработала аналитическую модель потери учебного времени (*Диаграмма 2*). На основе исследования, проведенного среди выборки классов с использованием спонтанного наблюдения (неожиданных визитов), возможно определить количество разных причин потери учебных часов в отношении официального числа часов школьной программы.

*Диаграмма 2. Модель Абадзи о потере учебного времени*





Многие из этих факторов нужно оценить во время визита в школу. Для выявления некоторых из них (например, абсентеизм среди учителей), об этих визитах не нужно говорить заранее — для более достоверной оценки. В идеале, проведение данных визитов и сбор информации на центральном уровне должны быть обязанностью инспекций в рамках их мандата. Однако, для практических целей и достижения точности (эти оценки учителей будут номинативными), информация не так легко доступна. Несмотря на это, могут быть проведены специфические исследования, при обязательном наличии разрешения от государства и инспекции для проведения неожиданных визитов.

Абсентеизм среди учителей, хотя и не является самой главной причиной потери учебного времени, часто дает основание для проведения более тщательного анализа, так как он важен для имиджа преподавательского состава среди стейкхолдеров сектора образования (*правительства и родителей*) и из-за того, что он часто является следствием проблем в системе, которые можно решить.

#### *Институциональный анализ и методологический подход.*

Не существует плана того, как проводить институциональный анализ. Хотя каждый анализ имеет одни и те же широкие цели, структура будет значительно варьироваться в зависимости от конкретного странового контекста. Качество и полезность анализа будут зависеть, среди прочего, от того, насколько хорошо был учтен контекст.

Каждый институциональный анализ должен пройти через ряд шагов: *выбор фокуса, определение методов, сбор данных, анализ данных, окончательные выводы*. Часто итеративный процесс требуется, чтобы не только «поцарапать поверхность», но и понять коренные причины того, почему образовательная администрация может не функционировать так, как задумано. Анализ данных может привести к запросу новых данных и, следовательно, дополнительных методов и мероприятий по сбору данных (*например, выбор лиц для интервью или подразделений для посещения*). Предварительные выводы, возможно, потребуются проверить путем сбора новых данных. Результаты уточняются при каждом раунде сбора данных.

Этот итеративный подход также применим к анализу различных уровней. Как правило, более широкие уровни аналитической структуры (*контекст, государственное управление*) могут быть исследованы в первую очередь, поскольку они с большей вероятностью будут оказывать влияние на более низкие уровни (*единицы, отдельные лица*), чем наоборот. Однако проблемы, выявленные на организационном или индивидуальном уровне (*например, отсутствие связи между должностью и профилем*), могут иметь

коренные причины на макроуровне и могут потребовать сбора новых данных и переосмысления предварительные выводы.

Методы могут быть объединены по-разному в соответствии с требованиями конкретной ситуации, используя некоторых более широко, чем других. Не все методы дадут полезную информацию в каждой ситуации, в зависимости от области внимания и проблем, а также от культурных различий в коммуникации (*например, когда проблемы не озвучиваются напрямую, могут быть не лучшим подходом к выявлению проблем*). Поэтому выбор методов должен осуществляться после первоначального анализа функций, сильных и слабых сторон администрации. Существует также вероятность того, что первоначальная методология должна быть адаптирована по мере проведения институционального анализа. Поэтому желательно действовать шаг за шагом.

Поскольку четыре уровня институциональных рамок не являются отдельными, а дублируют друг друга, не всегда возможно или желательно проводить различие между четырьмя уровнями в ходе сбора данных. Данные по всем четырем уровням иногда собираются параллельно, иногда последовательно. Например, собеседование с сотрудниками по вопросам образования о предложениях по профессиональной подготовке будет включать вопросы о предыдущем участии этого лица в учебных мероприятиях, о ряде предложений по профессиональной подготовке, предоставляемых сотрудникам организационного подразделения.

Однако следует отметить, что в силу своего более широкого охвата макроуровни могут оказывать большее влияние на микроуровни, чем наоборот. Например, более вероятно, что на человека влияет организационная культура, не говоря уже о контексте, чем на эту культуру влияет человек. Таким образом, для создания понимания функционирования управления образованием анализ и представление результатов могут быть таким образом, сосредоточиться в первую очередь на общей системе государственного управления и месте образования в ней. Впоследствии анализ может охватывать саму администрацию образования, за которым следует изучение выбранного набора основных функций и подразделений, прежде чем окончательно рассмотреть лиц, выполняющих эти функции.

Рекомендуется триангулировать данные путем смешивания количественных и качественных методов и установления контактов с различными заинтересованными сторонами, участвующими в одном и том же процессе. Триангуляция позволяет захватывать различные измерения одних и тех же явлений, наблюдаемых во время анализа.

*Кабинетное обследование.* Анализ документов является постоянным спутником в институциональном анализе. Он дает первое, широкое представление о функционировании системы образования путем выявления существующих выводов и гипотез о функционировании администрации. Чтобы понять правила и положения администрации, оценка широко использует официальные документы администрации, такие как политика, указы, организационные схемы и руководства, а также существующие отчеты, связанные с функционированием администрации образования. В следующем списке приведен пример ключевых документов, которые могут предоставить полезную информацию на ранних этапах анализа:

- *Документирование реформ государственного сектора;*
- *Документы об общей стратегии и видении правительства*
- *Законодательство, определяющее организацию системы образования*
- *Законодательство и организационные схемы о структуре, мандате и организации министерство образования на центральном и децентрализованном уровнях*
- *Текущие и предыдущие СПО*
- *Ежегодные секторальные обзорные отчеты*
- *Документирование текущих реформ в секторе образования*
- *Документы об укомплектовании штатов администрации на центральном и децентрализованном уровнях*
- *Документы, описывающие управление человеческими ресурсами как для министерства, так и для преподавательского состава*
- *Предыдущие внешние оценки администрации (например, институциональные аудиты)*
- *Страновые отчеты о государственных расходах и финансовой подотчетности (PEFA), оценка эффективности управления государственными финансами и обзоры государственных расходов*
- *Страновые доклады SABER*
- *Рамки оценки качества данных об образовании UIS (Ed-DQAF)*

Действительно, наличие или отсутствие таких документов, а также легкость, с которой их можно найти, являются первым признаком потенциальных сильных и слабых сторон администрации. В таблице 3 ниже приводится более подробный обзор конкретных документов, которые могут иметь отношение к каждому уровню аналитической структуры (администрация, подразделения, отдельные лица, партнеры).

**Таблица 3. Ключевые источники сбора данных (документы) для каждого уровня анализа**

<b>Уровень анализа</b>	<b>Основные источники</b>
Администрация	<p>Основные документы для ознакомления могут включать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Официальные документы (такие, как законы и указы) о роли различных административных уровней в управлении образованием и об управлении государственной службой;</li> <li>2) Политические документы, такие как национальные планы развития, политика и планы в области образования или заявления о перспективах;</li> <li>3) Доклады национальных или международных учреждений об эволюции и текущем функционировании государственного управления (например, предыдущие секторальные анализы или аудиты)</li> </ol>
Подразделения	<p>Основные документы для ознакомления могут включать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Прошлые и нынешние организационные схемы подразделений в управлении образованием;</li> <li>2) Должностные инструкции;</li> <li>3) Доклады совещаний;</li> <li>4) Перечень руководящих принципов, руководств и аналогичных документов, имеющихся в распоряжении сотрудников и имеющих отношение к их функциям;</li> <li>5) Отчеты об оценке программ и проектов, за которые отвечает подразделение</li> </ol>
Отдельные лица	<p>Основные документы для ознакомления могут включать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Официальные должностные инструкции и объявления о вакансиях;</li> <li>2) Данные о профилях персонала (квалификация, опыт, подготовка до начала службы) и гендерном распределении по категориям профилей;</li> <li>3) Индивидуальные и министерские планы обучения и/или планы профессионального развития;</li> <li>4) Данные об участии в тренингах и других мероприятиях по повышению квалификации;</li> <li>5) Отчеты о внедрении и оценке учебных программ и курсов</li> </ol>
Партнеры	<p>Основные документы для ознакомления могут включать:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Официальные или неофициальные документы, описывающие структуры координации, сотрудничества и коммуникации между администрацией образования, другими отраслевыми министерствами и различными заинтересованными сторонами;</li> </ol>

	<p>2) Протоколы заседаний или доклады, содержащие представление о взаимоотношениях между различными субъектами;</p> <p>3) Доклады КОО, имеющие отношение к теме планирования и управления;</p> <p>4) Доклады, описывающие эволюцию партнерских отношений</p>
--	--

*Интервью.* Вторым основным инструментом институционального анализа является *полуструктурированное интервью*. В то время как анализ документов дает представление об официальном законодательстве, интервью дают представление о реальной практике, восприятии проблем, скрытой динамике и более широких контекстах. Полуструктурированные интервью проводятся с рядом акторов на индивидуальной основе и с фокус-группами. Следует подумать о подготовке руководства по собеседованию, убедившись, что вопросы являются открытыми, четкими и не предвзятыми, в том числе в отношении пола.

Преимуществом индивидуальных интервью является возможность углубиться в детали и исследовать личные восприятия, которые человек может не озвучивать в группе.

В качестве ключевых информаторов могут быть потенциальными опрашиваемыми в ходе институционального анализа: *уполномоченные лица, принимающие решения, сотрудники, занимающие руководящие должности или руководящие должности в департаментах, занимающихся планированием и управлением, а также лица, имеющие большой опыт работы в области государственного управления, и которые способны анализировать события в течение длительного периода времени*. Это могут быть люди, не являющиеся государственными служащими; например, вышедшие на пенсию сотрудники или знающие и критические голоса в научно-исследовательских институтах или ОО. Путем опроса респондентов, принадлежащих к различным группам, собранная информация может быть триангулирована.

*Обсуждения в фокус-группах.* В ходе фокус-групповых обсуждений данные также собираются посредством полуструктурированного интервью с небольшой группой лиц (*например, несколькими профессиональными сотрудниками отдела планирования*). Интервьюер выступает в роли модератора и четко фокусируется на одной теме (*например, как проводится МО в управлении образованием*). В зависимости от фокусной области важно также проанализировать межведомственные отношения, которые наиболее актуальны для фокусной области, например, в управлении государственными финансами (*министерство финансов*) и управлении человеческими

ресурсами (*министерство государственной службы*). У фокус-групп есть несколько преимуществ. Собрав вместе несколько информантов, можно представить более широкий спектр точек зрения и столкнуть мнения, чего не могут сделать отдельные интервью. Это может быть особенно полезно на децентрализованном уровне. Обмен мнениями между информантами также может способствовать формированию более целостного представления о теме, поскольку, например, пробелы в знаниях отдельных людей могут быть восполнены другими или могут проявиться как пробелы в знаниях коллектива. Разногласия также могут быть легче выявлены в групповых обсуждениях, чем при сравнении индивидуальных интервью.

ФГД также могут быть использованы для проверки предварительных гипотез анализа, которые могут быть представлены членам группы до начала обсуждения, чтобы дать им возможность поразмышлять.

Хотя ФГД могут быть очень плодотворными благодаря взаимодействию нескольких человек, также возможно, что из-за состава группы возникает более сдерживающая динамика (*например, вопросы формальной или неформальной иерархии или личных отношений*). Некоторые люди могут чувствовать себя не в своей тарелке и не желать высказывать свое мнение, в то время как другие могут доминировать в ходе упражнения. Интервьюер должен наблюдать за этой динамикой и учитывать ее при интерпретации данных. Это может привести к последующим действиям с отдельными заинтересованными сторонами.

*Опросы.* Такие методы сбора данных, как интервью и ФГД, позволяют получить конкретную информацию о трудностях и проблемах, с которыми сталкиваются работники образования. Однако они неизбежно отражают личные мнения и опыт каждого человека. Они не могут и не должны охватывать всю систему. Это могут сделать опросы, поскольку они могут охватывать более широкий круг сотрудников, например, всех специалистов отдела планирования или старших сотрудников всех региональных управлений. Именно потому, что они охватывают большое количество людей, опросы не столь глубоки, как интервью. Их можно использовать для сбора фактической информации, они могут дать первое впечатление о проблемах и проверить предварительные выводы, полученные методом качественного исследования. Опросы в принципе могут проводиться по электронной почте, по телефону, при личной встрече или с помощью анкет. Анкетирование (*онлайн, если позволяет интернет*) наиболее привычно в рамках институционального анализа.

Как правило, используются два типа анкет, которые преследуют разные цели:

1) *Фактологические анкеты* собирают данные об отдельных сотрудниках, касающиеся их профиля (*возраст, квалификация, опыт*), их должностных инструкций и фактических задач, их участия в учебных мероприятиях и т.д. Некоторые данные, особенно по профилю сотрудников, могут быть доступны в базе данных по человеческим ресурсам, и если это так, то их не обязательно включать в анкету. Может также существовать подразделение министерства, которое следит за обучением сотрудников, но анкета должна быть более глубокой и задавать вопросы об актуальности обучения и его результативности. В идеале анкета должна быть заполнена всеми должностными лицами, несущими ответственность в фокусной области (*например, всеми теми, кто имеет основную функцию планирования на центральном и децентрализованном уровнях*).

2) *Опросники, основанные на мнениях*, которые должны быть анонимными, охватывают знание официальных правил и положений, а также субъективное восприятие функционирования администрации. Они касаются, например, знания общего мандата; наличия и эффективности вспомогательных структур; существования и эффективности механизмов коммуникации и координации; характера процесса принятия решений в подразделении. Этот тип анкеты в основном помогает анализировать функционирование организационной единицы и может быть использован для включения вопросов о государственном управлении и партнерах. Эта вторая анкета может быть адресована всем специалистам среднего и высшего звена в сфере образования, отвечающим за данную область на центральном уровне. На децентрализованном уровне можно охватить отдельные группы, районы или регионы, которые имеют контрастные характеристики.

Анкеты позволяют получить большой объем данных и наиболее актуальны при решении точных вопросов. Разработка анкеты в идеале должна проводиться после первого раунда анализа данных и первой серии интервью, чтобы можно было сосредоточиться на основных вопросах. Такая направленность также выгодна с точки зрения длины, поскольку с увеличением длины анкеты количество ответов, как правило, снижается.

*Анализ процесса.* Анализ процессов направлен на то, чтобы пролить свет на функционирование администрации путем изучения того, как организационные подразделения работают для достижения конкретного результата. Его цель - проследить и проиллюстрировать различные шаги, используемые для получения ключевого результата, выяснить, почему процесс принимает свою нынешнюю форму, и оценить, является ли он эффективным и результативным. Этот метод особенно полезен в ситуациях, когда в управлении образованием ощущается недостаток руководства, поскольку отсутствуют ключевые законодательные акты и/или руководства,

или когда фактический процесс явно отклоняется от официальных правил и норм. Рассматривая отдельные этапы процесса, этот инструмент может помочь прояснить источники блокировки конкретного процесса и даже достичь согласия между участниками о том, как улучшить продукт, тем самым способствуя повышению эффективности и результативности. Может быть полезно сравнить эффективный и неэффективный процесс, чтобы определить элементы, которые позволяют первому быть успешным в той же системе, в которой последний испытывает трудности.

Первым шагом анализа процесса является выбор ключевого продукта или результата деятельности администрации образования. Это может быть подготовка годового оперативного плана, выпуск национального статистического ежегодника или подготовка ежегодного отчета об оценке деятельности министерства. Основной вопрос каждого анализа процесса – «Кто, что, когда и как делает?». Каждый участник процесса, каждый отдельный этап процесса, а также его временные рамки и финансовые, технические и человеческие ресурсы, необходимые для выполнения действия, отображаются в матрице. В упражнении должны участвовать участники, которые сами были частью процесса. Помимо основного вопроса анализа процесса, участники должны подумать над следующими вопросами: Какие правила и инструкции получают участники процесса? Какая информация и инструменты доступны? На каком этапе принимаются решения, кто несет за них ответственность, и кто информируется? Как организована логистика? Каждый анализ процесса должен проводиться под руководством опытного модератора, который в идеале не вовлечен в повседневную работу участников.

Визуальное представление процесса в виде матрицы действующих лиц, действий и временных рамок помогает выявить функциональные и дисфункциональные участки процесса, тем самым облегчая анализ. Проблемы, которые выявляются, могут быть связаны со слишком большим количеством участников, неэффективным взаимодействием между участниками, длительными действиями, временными разрывами между действиями или несвоевременной доставкой продукта.

*Консультативные семинары.* Как и ФГД, консультативный семинар предназначен для сбора совокупного опыта группы информантов и, в частности, для рассмотрения предварительных выводов. Это мероприятие может занять от половины дня до нескольких дней, в зависимости от объема местности, которую необходимо охватить. Преимущество семинара в том, что он может включать несколько форматов, таких как презентации, групповая работа и пленарные обсуждения. Среди участников могут быть как сотрудники, принимавшие активное участие в анализе, так и те, кто его



не проводил, но чье мнение и согласие с выводами укрепляет его легитимность. Семинар также помогает повысить общую осведомленность участников о сильных сторонах и проблемах, которые они выявили для своего управления образованием. В зависимости от размера семинар может также собрать большую группу для ускоренного сбора данных.

Презентации могут быть использованы для объяснения целей институционального анализа, а также для объяснения фокусной области. Это особенно полезно в тех случаях, когда основная область является достаточно технической и/или предыдущие раунды сбора данных, выявили пробелы в знаниях (например, какова цель МО? Каковы общие инструменты для развития потенциала?). Работа в группах позволяет проводить внутренние дискуссии между информантами, которые могут привести к иным выводам, чем ФГД, где присутствует интервьюер. Пленарные заседания могут позволить провести дискуссии между субъектами, которые обычно не имеют возможности обсудить.

*Структурированное наблюдение.* Временные рамки институционального анализа не позволяют систематически использовать структурированные наблюдения как отдельный метод. Тем не менее, несколько наблюдений, которые могут быть проведены в ходе анализа, могут служить вторичной информацией при анализе данных. Посещая офисы для сбора данных, исследователь может получить впечатления по таким аспектам, как наличие и качество инфраструктуры, наглядность представленных данных (насколько они свежие?; насколько хорошо представлены?; актуальны ли они?), качество заполнения документов, присутствие персонала и т.д. Если посещается несколько подразделений, сравнение наблюдаемой ситуации в каждом из них может быть информативным. Однако следует помнить, что эти наблюдения, если они не собираются систематически, не имеют такого же веса, как данные, полученные, например, в ходе интервью или анкетирования, и должны рассматриваться как анекдотическая информация, а не как доказательства. Они могут помочь усилить аргументацию, основанную на других данных, но не могут сами по себе построить аргументацию.

#### *Обучение на основе данных.*

С развитием новых видов технологий и цифровых образовательных сред в последние годы становится доступным огромное количество данных об образовании. Более того, благодаря наличию мощных методов интеллектуального анализа данных исследователи и практики могут собирать и анализировать данные для выявления закономерностей, которые могут быть применены для прогнозирования состояния обучающихся, поиска путей улучшения процессов обучения и принятия соответствующих решений,

которые могут принести пользу обучающимся. Цель принятия решений на основе данных состоит в том, чтобы связать результаты тестирования с формирующими информационными системами, которые педагоги могут использовать для улучшения обучения в школах. Большая часть исследований по принятию решений на основе данных вдохновлена циклом непрерывного совершенствования Деминга. Центральное место в этом цикле занимают процессы обратной связи, которые преобразуют результатов тестирования в полезную информацию для руководства последующими входными. Системы обратной связи имеют важнейшее значение для развития потенциала организации и их способности извлекать уроки из предыдущей практики и целенаправленно формировать практику для достижения ожидаемых целей. Системы обратной связи полагаются на социальные структуры для сбора и предоставления возможностей для сортировки соответствующих данных, а также технические структуры для включения результатов обратно в основные организационные процессы. Из-за традиций слабой связи школы оказались заведомо сложными контекстами для использования обратной связи для преднамеренного руководства общесистемными учебными практиками. Создание законных возможностей для сотрудничества по хроническим проблемам школьного образования может тесно связать преподавание и руководство и тем самым создать условия для эффективного использования выходных данных для изменения методов преподавания.

Исследование принятия решений на основе данных показывает, что школы связывают несколько ключевых организационных функций вместе в цикл для совместного изучения, размышления и действия на основе данных обратной связи. Во-первых, школы и районы должны установить практику сбора, хранения и передачи соответствующих данных. Эти данные должны включать в себя не только данные о достижениях обучающихся, но и поведенческие данные; опросы родителей, персонала. Во-вторых, школам необходимо установить социальные процессы, чтобы отразить эти данные и установить общесистемные цели. В-третьих, школам необходимо разработать мероприятия, направленные на достижение их целей. И, наконец, школы должны разработать практику, чтобы учиться на своих вмешательствах и интегрировать то, что изучается, в последующие итерации цикла.

*Образовательная аналитика и цифровизация.* Цифровизация открывает новые возможности для образования. В то время как образование всегда было сектором, богатым данными, такими как оценки или административная информация, использование этих данных, чтобы помочь учащимся лучше учиться, педагогам лучше преподавать и информировать о принятии решений в образовательных администрациях, появилось недавно.

Тем не менее, заинтересованные стороны в сфере образования всегда обращали внимание на новые технологии и их потенциал революционизировать образование. Так было с изобретением радио, телевидения, а совсем недавно компьютеров и Интернета. Тем не менее, в большинстве случаев инновационные технологии используются для сохранения существующей образовательной практики и иногда для ее обогащения, но редко для ее преобразования. Возможно, цифровые технологии и, в частности, умные технологии на основе искусственного интеллекта, аналитики обучения, робототехники и др.

*Искусственный интеллект (ИИ)* : система ИИ — это система на основе машин, которая может для заданного набора целей, определенных человеком, делать прогнозы, рекомендации или решения, влияющие на реальную или виртуальную среду. Системы искусственного интеллекта предназначены для работы с различными уровнями автономности. Этапы жизненного цикла системы ИИ включают: i) «дизайн, данные и модели»; которая представляет собой контекстно-зависимую последовательность, охватывающую планирование и проектирование, сбор и обработку данных, а также построение модели; ii) «проверка и подтверждение»; iii) «развертывание»; и iv) «эксплуатация и мониторинг». Эти этапы часто происходят итеративно и не обязательно последовательны. Решение о выводе системы ИИ из эксплуатации может быть принято в любой момент на этапе эксплуатации и мониторинга

*Интернет вещей (IoT)/интеллектуальные устройства.* Интернет вещей включает в себя все устройства и объекты, состояние которых может быть изменено через Интернет с активным участием людей или без такового. «Умные» устройства, оборудование, машины и инфраструктура открывают возможности для автоматизации и взаимодействия в режиме реального времени. Ожидается, что приложения и сервисы, созданные для Интернета вещей и основанные на анализе данных, станут повсеместными, а образовательные учреждения и классы могут стать «подключенными».

*Блокчейн.* По сути, блокчейн представляет собой комбинацию уже существующих технологий, которые вместе могут создавать сети, обеспечивающие доверие между людьми или сторонами, у которых в противном случае нет причин доверять друг другу. Сочетание этих технологий дает сети блокчейна ключевые характеристики, которые могут устранить потребность в доверии и, следовательно, обеспечить безопасную передачу ценностей и данных напрямую между сторонами. В частности, он использует технологию распределенного реестра (DLT) для хранения информации, проверенной с помощью криптографии среди группы пользователей, которая согласовывается через заранее определенный сетевой

протокол, часто без контроля со стороны центрального органа. Вы можете думать о книге как о книге записей: она записывает и хранит все транзакции между пользователями в хронологическом порядке. Вместо одного органа, контролирующего эту книгу (например, банк), идентичная копия реестра хранится у всех пользователей сети, называемых узлами. Наряду со своим собственным хэшем каждый блок хранит хеш предыдущего блока. Хэш — это уникальная строка букв и цифр, созданная из текста с использованием математической формулы. Таким образом, блоки «сцеплены» друг с другом, что делает реестр (почти) неизменным или невозможным для изменения

Интеллектуальные технологии могут улучшить системы образования и его предоставление различными способами. Они могут расширить доступ к образованию, улучшить его качество для обучающихся и повысить его экономическую эффективность для общества.

Посещение школы или университета не всегда приводит к академическим знаниям, на которые можно было бы надеяться. Программа ОЭСР по международной оценке обучающихся (PISA) показала, что посещение школы может фактически привести к очень разным уровням результатов обучения в разных странах. Хотя пока нет аналогичных данных на уровне высшего образования, возможно, то же самое и на этом уровне. Одним из ключевых обещаний интеллектуальных технологий является повышение эффективности преподавания и обучения для лучшего обучения обучающихся.

В классе приложения, которые напрямую поддерживают обучение обучающихся, показывают первые перспективы Индивидуальное обучение направлено на то, чтобы предоставить всем учащимся соответствующую учебную программу или задачу, а также подготовить их к выполнению задачи на основе диагностики их знаний и пробелов в знаниях. Это делается не только на академическом уровне с упором на «что», но и все больше учитывает то, как учащиеся учатся, и такие факторы, как саморегуляция, мотивация или усилия. Вовлеченность является ключом к обучению, и разрабатываются решения, позволяющие поддерживать вовлеченность обучающихся в цифровую или физическую среду обучения, чтобы определить их аффективные состояния во время обучения и подтолкнуть их к повторному вовлечению, когда они, кажется, отключаются. Социальные роботы выполняют аналогичные задачи по-разному: они могут использовать адаптивное обучение для обучения студентов естественному языку, но они также могут учить или мотивировать их к обучению, играя роль сверстника. Они поддерживают учителей, позволяя реализовывать различные типы стратегий преподавания и обучения. Наконец, интеллектуальные технологии предоставляют учащимся с ограниченными возможностями и особыми

потребностями доступ к учебным материалам и позволяют этим учащимся участвовать в учебной деятельности в той степени, в какой это было невозможно раньше, что опять же повышает эффективность образования.

Эти решения могут использоваться и оставаться полезными и за пределами классной комнаты, будь то для домашних заданий, в качестве автоматизированных частных репетиторских или практических решений, а также для обучения на протяжении всей жизни. На самом деле, крупнейший рынок для компаний, занимающихся образовательными технологиями, — это потребительский рынок, ориентированный непосредственно на обучающихся и родителей, либо на развлекательные учебные мероприятия, либо на репетиторство, либо на подготовку к экзаменам.

Второе обещание эффективности обучения исходит от аналитики в классе, которая помогает педагогам обеспечивать более эффективное обучение. Это все еще продолжается, но многие приложения уже показывают, как различные решения могут помочь педагогам лучше использовать свое время в классе, например, предлагая, когда самое время перейти к следующему занятию по преподаванию или обучению, кто больше всего потребуют их внимания, как они могут вовлечь весь класс в совместную учебную деятельность. Хотя решения для оркестровки в классе могут помочь педагогам в режиме реального времени, они также предоставляют обратную связь об их собственной практике, например, о том, сколько они говорят, с кем или как они распределяют свое время между различными видами деятельности. И обратная связь в режиме реального времени, и апостериорная обратная связь сродни возможностям личного профессионального обучения для рассматриваемого педагога и имеют значительное преимущество, заключающееся в том, что речь идет о конкретном учителе, за которым наблюдали (*в цифровом виде*), а не о теоретической или общей педагогической практике. В этом смысле интеллектуальные технологии обладают реальным потенциалом для улучшения педагогической практики всех отдельных учителей и, следовательно, результатов обучения их учеников.

На организационном и системном уровнях интеллектуальные технологии также обещают сделать образование более эффективным. Хотя это остается относительно редким явлением, интеллектуальные технологии могут быть интегрированы в большинство аспектов школьной деятельности, предоставляя менеджменту, педагогам и обучающимся обратную связь для управления школьными ресурсами, а также для повышения эффективности преподавания и обучения. Появление нового поколения оценок на основе ИИ также открывает новые возможности для признания и оценки компетенций, которые было трудно оценить с помощью бумажных и карандашных тестов.

Это может сопровождать переход большинства систем образования к акценту на навыках (*в дополнение к традиционному акценту на знаниях*). Оценки и моделирование на основе игр позволяют сделать оценки более реалистичными, а также по-новому оценить такие навыки, как решение сложных проблем, творчество или сотрудничество.

Умные технологии могут помочь системам образования предоставить более справедливые возможности для обучения. В этом отношении смарт-технологии более амбивалентны. С одной стороны, они явно помогают или могут способствовать сокращению неравенства как за счет расширения доступа к возможностям обучения для всех, так и за счет повышения эффективности обучения для тех, кто больше всего в этом нуждается. С другой стороны, без широкой и справедливой доступности интеллектуальных технологий также может возрасти неравенство. Они также могут оставить пробелы в достижениях без изменений или даже увеличить их, в зависимости от их различного воздействия на разных обучающихся.

Начнем с трудностей. Есть как минимум две причины, по которым технологии могут оказывать негативное влияние на справедливость. Первая, очевидная причина заключается в разнице в доступе к устройствам и подключению обучающихся из разных групп, особенно обучающихся из более низких социально-экономических слоев. Эти учащиеся могут не иметь устройств, возможности подключения или ресурсов, позволяющих получать доступ и использовать интеллектуальные технологии ни в школе, которую они посещают, ни дома. Вторая причина заключается в том, что если технология (например, индивидуальное обучение) работает одинаково для всех, то те, кто начинает с более глубоких предварительных знаний, могут сохранить свое преимущество или даже добиться более быстрого прогресса, чем те, у кого меньше предварительных знаний. Таким образом, несмотря на поддержку студентов с меньшими предварительными знаниями, возможно, что технологии могут больше помочь более продвинутым студентам.

Есть также много причин полагать, что интеллектуальные технологии могут способствовать достижению справедливости.

Во-первых, технологии обучения могут расширить доступ к возможностям обучения. Хорошими примерами являются образовательные платформы, предлагающие открытые образовательные ресурсы или платформы массовых открытых онлайн-курсов (МООС). Они позволяют учащимся получать доступ к учебным материалам с качеством, которое может быть лучше, чем то, что они могут получить локально. Хотя многие исследования показали, что этот расширенный доступ не уменьшил неравенство в масштабе, учитывая низкий охват и тот факт, что большинство пользователей уже хорошо образованы, недавний систематический обзор их

влияния на справедливость дает более оптимистичный прогноз, особенно для неанглийские MOOK или открытые образовательные ресурсы.

Не менее важно и то, что интеллектуальные технологии могут уменьшить неравенство, способствуя включению обучающихся с особыми потребностями и адаптируя обучение к различным стилям обучения. Технологии, например, значительно упростили диагностику трудностей в обучении, таких как дисграфия, а также были разработаны лечебные цифровые ответы. Разнообразные интеллектуальные технологии, применяемые к решениям для обучения, также облегчают слепым или слабовидящим учащимся, а также глухим или слабослышающим учащимся доступ к учебным материалам и легкое выполнение учебных задач, требуемых от других обучающихся. Наиболее очевидными примерами являются искусственный интеллект, обеспечивающий преобразование речи в текст (и наоборот) или автоматические субтитры. Технологии обучения также решают более сложные проблемы и поддерживают социально-эмоциональное (и, следовательно, академическое) обучение аутичных детей. Они все чаще предлагают способы помочь детям с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) саморегулироваться и получать больше пользы от учебы. Одно предостережение здесь заключается в том, что инклюзия касается не только индивидуального «приспособления», но и того, чтобы общество было более инклюзивным и открытым для различий. Технологии способствуют этому, позволяя учащимся с особыми потребностями учиться в традиционной (и инклюзивной) учебной среде, что также меняет взгляды людей на инвалидность и особые потребности.

Во-вторых, такие решения, как системы раннего предупреждения, полностью сосредоточены на сокращении неравенства, помогая учащимся, которым грозит отсев из средней школы (или университета), закончить учебу — учащиеся, которые бросают учебу, как правило, происходят из неблагополучных семей и меньшинств. Системы раннего предупреждения также позволяют разрабатывать соответствующие меры, определяя факторы или показатели, которые с наибольшей вероятностью предсказывают отсев. Некоторое использование аналитики обучения в учебных заведениях, например, для мониторинга вовлеченности студентов или изменения учебных программ, также может иметь такие же последствия, если учебное заведение будет уделять особое внимание несправедливости.

В-третьих, использование аналитики обучения, примером которой является персонализация на индивидуальном уровне, будь то использование интеллектуальных систем обучения или аналитики обучения, чтобы заинтересовать обучающихся в обучении, — все это обещает уменьшить неравенство, в частности, путем поддержки обучающихся с меньшими

предварительными знаниями для обучения в школе. правильный темп. Однако существует мало доказательств того, что адаптивное обучение в целом сокращает разрыв в успеваемости между учащимися. Классная аналитика также может дать педагогам обратную связь о том, как они могут улучшить свое обучение; в частности, как и когда уделять больше внимания разным группам обучающихся в своем классе, в зависимости от их академического уровня, пола, этнической принадлежности и т. д. Технология адаптивного обучения также может помочь учащимся практиковаться и добиваться успехов дома, за пределами класса при поддержке интеллектуальные обучающие системы. Это может быть особенно важно для обучающихся из семей, где родители могут менее эффективно поддерживать своих учеников в их школьной работе, будь то прямо или косвенно.

Наконец, появление лонгитюдных систем данных об образовании, которые следят за учащимися на протяжении всего их обучения, также позволяет проводить более эффективные политические и организационные мероприятия и лучше разрабатывать образовательные предложения. Например, в Соединенных Штатах анализ количества выпускников местных колледжей, успешности их стратегий размещения студентов на «коррекционных курсах» и моделей обучения студентов на неполный или полный рабочий день привел к пересмотру того, что образовательный опыт учащиеся муниципальных колледжей на самом деле являются и «переделывают» общественные колледжи.

Как и в других секторах, в протяжении десятилетий педагоги и исследователи считали, что компьютеры могут произвести революцию в образовании. Сегодня большая часть использования компьютеров в образовании по-прежнему не является революционной — во многих случаях обучение по-прежнему требует, чтобы один инструктор обучал многих студентов одновременно, а значительный объем компьютерного обучения осуществляется с использованием учебных программ и технологий, которые воспроизводят традиционные методы, такие как тренировка и практика. Однако передовой опыт использования компьютеров в образовании, по-видимому, выходит далеко за рамки этого. Миллионы обучающихся теперь используют интеллектуальные системы обучения как часть своих занятий по математике — системы, которые распознают знания обучающихся, реализуют мастерское обучение, при котором учащиеся не продвигаются вперед, пока не продемонстрируют понимание темы, и получают подсказки, доступные по запросу.

За последнее десятилетие произошел значительный рост внедрения аналитики обучения и методов, основанных на данных, для улучшения преподавания и обучения. Аналитика обучения сделала возможными



решения, основанные на данных, для улучшения обучения студентов, используя данные, уже собранные образовательными инструментами и платформами. Однако, сосредоточив внимание на онлайн-овом и смешанном обучении и таких вопросах, как удержание студентов, прогнозирование риска и подходы к исследованиям, большая часть предыдущей работы была сосредоточена на высшем образовании и конкретных вопросах для этого.

*Образовательные данные.* Данные — это просто факты, собранные вместе. В то время как несколько фактов, собранных вместе, не позволяют нам рассуждать об отношениях, представленных в этой информации, накопление больших объемов информации позволяет, и в этом заключается современная сила больших данных. Раньше образовательные данные были разрозненными, их было трудно собрать, и они были мелкомасштабными. Отдельные педагоги могут вести дневник оценок на бумаге; школа может хранить дисциплинарные записи в подвале; а разработчики учебных программ имели бы очень ограниченное представление о том, как используются их материалы и с чем борются учащиеся. Сегодня образовательные данные собираются в гораздо большем масштабе. Журналы оценок, дисциплинарные данные, данные оценок, данные об отсутствии и многое другое хранится централизованно местными образовательными учреждениями (или часто национальными или даже транснациональными поставщиками). Разработчики учебных программ часто собирают обширные данные об использовании и обучении. На момент написания этой статьи правила обработки, хранения и использования образовательных данных значительно различаются в разных странах: в некоторых странах действуют очень строгие правила (особенно на европейском континенте), а в других странах действуют менее строгие правила. Каждый из этих источников данных можно использовать для повышения качества образования и поддержки обучения, поддерживая как искусственный интеллект/машинное обучение (следующее определение), так и усовершенствование содержания и опыта обучения человеком. и другие страны с менее строгими правилами. Каждый из этих источников данных можно использовать для повышения качества образования и поддержки обучения, поддерживая как искусственный интеллект/машинное обучение (следующее определение), так и усовершенствование содержания и опыта обучения человеком. и другие страны с менее строгими правилами. Каждый из этих источников данных можно использовать для повышения качества образования и поддержки обучения, поддерживая как искусственный интеллект/машинное обучение (следующее определение), так и усовершенствование содержания и опыта обучения человеком.

*Искусственный интеллект и машинное обучение.* Искусственный интеллект — это способность компьютеров выполнять задачи, которые

традиционно считались связанными с человеческим интеллектом, или, в последнее время, задачи, выходящие за рамки возможностей человеческого интеллекта. Происходя из относительно простых систем общего назначения в 1960-х годах, искусственный интеллект сегодня обычно включает в себя более конкретные системы, которые выполняют конкретную задачу, включающую рассуждения о данных или мире, а затем взаимодействие с миром (чаще всего через телефон или компьютер). компьютерный интерфейс, чем реальное физическое взаимодействие). Машинное обучение (все чаще называемое наукой о данных, а также называемое как интеллектуальным анализом данных, так и аналитикой) — это подобласть искусственного интеллекта, присутствующая на низком уровне с самого начала этой области, но получающая особое внимание с 1990-х годов до сегодняшнего дня. Машинное обучение — это когда система обнаруживает шаблоны из данных, и становится более эффективной в этом, когда доступно больше данных (и тем более, когда доступны более полные или репрезентативные данные). Существует широкий спектр методов машинного обучения, классифицируемых в основном на обучение с учителем (*попытка предсказать или вывести конкретную известную переменную*) и обучение без педагога (*попытка обнаружить структуру или отношения в наборе переменных*). Было примерно два поколения машинного обучения: первое поколение относительно простых, интерпретируемых методов и второе поколение гораздо более сложных, изолированных, трудных для интерпретации методов.

С более широким внедрением образовательных технологий в начальном и среднем образовании и появлением новых технологий, ориентированных на класс, растет осознание потенциала аналитики обучения для поддержки обучающихся и диагностики их прогресса в обучении в довузовских контекстах.

В то время как принятие аналитики вызвало резкую критику, также растет осознание уникальных возможностей, которые аналитика предоставляет в поддержке современного преподавания и обучения. В отчете Horizon K–12 за 2017 год 2–3 года оцениваются как время для более широкого внедрения аналитики обучения в первичной и вторичной областях, при этом основными возможностями являются *«прогнозирование результатов обучающихся, запуск вмешательств или адаптации учебной программы и даже предписание новых путей или стратегий для улучшения успеха обучающихся»* (Freeman et al., 2017). Аналогичные преимущества и возможности были отмечены в более раннем докладе Министерства образования США (Bienkowski et al., 2012) и более позднем австралийском отчете Gonski et al. (2018), в котором подчеркивается сила данных и аналитики для обеспечения более персонализированного опыта обучения и

улучшения результатов обучения студентов. Кроме того, в самой области аналитики обучения произошли существенные изменения: развитие мультимодальной аналитики обучения (MMLA; Ochoa, 2017), а также новые аналитические системы на основе классов (Lodge et al., 2018) предоставляют аналитические подходы, гораздо более подходящие для контекстов начальной и средней школы. С 2018 года на конференции ЛАК проходит предконференционное мероприятие на целый день по внедрению аналитики обучения в школах, которое вызывает большой интерес со стороны школьных учителей, администраторов, политиков и представителей отрасли.

Есть две основные причины, по которым этот специальный раздел является своевременным и необходимым. Зрелость аналитики обучения означает, что уроки, извлеченные из контекста высшего образования, могут быть с осторожностью применены к обучению студентов в контекстах, где вопросы этики и конфиденциальности, возможно, более важны и сложны (Gunawardena, 2017; Певица, 2014). В частности, однако, произошел заметный сдвиг в использовании цифровых технологий в начальных и средних школах из-за социального дистанцирования и требований к онлайн-обучению, установленных пандемией COVID-19. Цифровые учебные среды в этих образовательных учреждениях уже были на подъеме, но пандемия, похоже, ускорила их использование. Поэтому понимание того, как максимизировать полезность обучения аналитике в этих контекстах этически и инклюзивным способом, является насущной необходимостью. Как и в случае с высшим образованием, в дополнение к проблемам этического использования аналитики обучения в начальных и средних школах, существуют возможности для значительного улучшения нашего коллективного понимания того, как учащиеся учатся в этих контекстах и какие виды деятельности и практики оказывают наибольшее влияние на развитие обучающихся.

Этот специальный раздел состоит из пяти исследовательских статей и одного доклада о практике. Документы охватывают широкий спектр методов и подходов для решения широкого круга вопросов, от понимания восприятия педагогами панелей аналитики обучения до обмена данными и стандартов совместимости.

В первой статье van Leeuwen et al. (2021) рассматривается, как характеристики учителей влияют на использование ими панелей аналитики обучения. Используя данные двух тематических исследований, авторы показывают, что, хотя использование панелей мониторинга ЛА резко различалось, демографические характеристики учителей (например, возраст, пол) не были существенно связаны с использованием ими панелей аналитики обучения, бросая вызов некоторым предубеждениям о негативном влиянии

определенных демографических факторов на принятие аналитики обучения. Чтобы поддержать лучшее профессиональное развитие учителей в отношении использования панели мониторинга LA, van Leeuwen et al. (2021) описывают интегрированную модель для использования панели мониторинга педагога, показывая ключевые факторы, которые влияют на использование панелей мониторинга учителей в школьном контексте.

Важность согласования аналитики обучения и дизайна обучения была исследована во второй статье Rodríguez-Triana et al. (2021), которые оценивают согласование (обучения) аналитики и дизайна (ADA) в контексте обучения на основе запросов (IBL). Глядя на то, как преподаватели используют целый ряд инструментов оркестровки, Rodríguez-Triana et al. (2021) определили набор дизайнерских потребностей для эффективной поддержки оркестровки IBL. Такие рекомендации могут существенно повлиять на то, как инструменты оркестровки разрабатываются и внедряются на практике, продвигая внедрение образовательных технологий IBL в школьных классах.

Хотя помощь студентам в их учебных задачах и мероприятиях важна, не менее важно поддерживать их, чтобы они размышляли о своих действиях и помогали им наблюдать и проверять свои мысли и действия. В третьей статье Cloude et al. (2021) рассматривается поддержка саморефлексии обучающихся средних школ в игровой учебной среде. Используя подсказки к саморефлексии, авторы рассмотрели характеристики саморефлексии обучающихся и то, как они связаны с успешным выполнением игровых учебных заданий и целей. Cloude et al. (2021) обнаружили, что глубина и качество отражения, а не количество, связаны с успешным решением проблем. Такие результаты в сочетании с практическими идеями для создания эффективных подсказок для размышлений обеспечивают важную основу для понимания решения проблем обучающихся и поддержки учителей в классах.

Рассматривая способы интеграции различных данных обучающихся, четвертая статья Krumm et al. (2021) исследует интеграцию и обмен данными между различными образовательными технологиями. Оценивая интеграцию совершенно разных программных инструментов для преподавания математики 3-4 классов, Krumm et al. (2021) показывают, что интеграция является не столько технической, сколько семантической проблемой совместимости, которая сильно зависит от контекста. Полученные данные свидетельствуют о важности нетехнической деятельности для поддержки интеграции данных и обмена ими, а также о важности понимания различных областей и контекстов обучения.

Хотя обмен данными очень важен и обеспечивает значительные преимущества, пятая статья Yacobson et al. (2021) напоминает нам, что обмен данными сопряжен со значительными проблемами конфиденциальности данных. В своем исследовании Yacobson et al. (2021) продемонстрировали, как обезличенные данные об обучении математике учениками пятого класса могут быть успешно повторно идентифицированы с использованием информации, общедоступной на веб-сайтах их школ. Связав нарушения в поведении обучающихся (удивительные пробелы и изменения в шаблонах следовых данных) с информацией о специальных школьных мероприятиях (например, «комната 7 посетила зоопарк сегодня»), авторы смогли успешно идентифицировать классы, к которым принадлежат учащиеся, иллюстрируя, как такие данные могут быть использованы для нарушения конфиденциальности данных. Такие идеи подчеркивают, насколько сложно сохранить конфиденциальность данных, в то же время поддерживая очень ценный обмен данными и совместную работу.

Наконец, шестая и последняя статья в этом специальном разделе - это практический отчет Pelanek (2021), в котором рассматривается школьная аналитика обучения с уникальной точки зрения разработчиков систем обучения. Автор предоставляет обзор и перечень различных подходов к визуализации данных для распространенных типов данных обучения, подчеркивая преимущества и проблемы различных методов. Исследование Пеланека (2021) также дает обзор различных проблем при разработке аналитических систем, которые включают в себя борьбу с предвзятостью, мошенничеством с контрактами и временным характером аналитических данных обучения. Мы надеемся, что этот вклад обеспечит ценный инвентарь для разработчиков аналитических систем, сталкивающихся с аналогичными проблемами.

Одной из основных тем в этом специальном разделе был акцент на поддержке принятия решений педагогами. В исследовании van Leeuwen et al. (2021), а также в исследованиях Krumm et al. (2021) и Cloude et al. (2021) прямо упоминается поддержка процесса принятия решений педагогами в качестве одной из целей их исследований. Это важная тенденция, поскольку большая часть существующих образовательных данных используется для принятия решений на системном уровне, таких как оценка успеваемости школ и распределение средств.

Другим важным аспектом включенных исследований является то, что они охватывают широкий спектр сценариев обучения и педагогических подходов. Yacobson et al. (2021) фокусируется на обучении с интеллектуальными репетиторскими системами (ITS), van Leeuwen et al. (2021) на совместном обучении, Rodríguez-Triana et al. (2021) на IBL и Cloude

et al. (2021) на решении игровых проблем. Мы также видим широкий спектр данных, используемых в школьных системах аналитики обучения. К ним относятся данные ITS, используемые Yacobson et al. (2021) и van Leeuwen et al. (2021), данные о трассировке и производительности Krumm et al. (2021), а также мультимодальные данные Cloude et al. (2021). Это показывает, что аналитика имеет большой потенциал для поддержки широкого спектра контекстов обучения, что важно с более широкой точки зрения принятия Учебной аналитики в школах.

Другим аспектом, который неоднократно обсуждался в этом специальном разделе, является роль стандартов функциональной совместимости данных и способов поддержки интеграции и совместного использования данных между несколькими системами. Исследования Yacobson et al. (2021) и Krumm et al. (2021) использовали стандарт xAPI в своей реализации LA, в то время как исследование Rodríguez-Triana et al. (2021) рекомендует — в качестве одного из руководящих принципов для поддержки IBL с использованием LA — уделять особое внимание стандартам обмена данными и интеграции инструментов. Аналогичный голос был поднят Krumm et al. (2021), которые также указали на проблему семантического и концептуального отображения данных, возникающих из различных сценариев и контекстов обучения.

Хотя технические аспекты, такие как совместимость данных, имеют решающее значение, важно отметить, что в нескольких исследованиях подчеркивался человеческий фактор в развитии аналитики обучения. Например, как van Leeuwen et al. (2021), так и Rodríguez-Triana et al. (2021) подчеркивают необходимость (совместного) проектирования систем LA в сотрудничестве с педагогами. Rodríguez-Triana et al. (2021) также пошли еще дальше, конкретно перечислив участие учителей и поддержку различных потребностей в качестве одного из руководящих принципов проектирования для поддержки IBL через Лос-Анджелес. Аналогичный момент был поднят Krumm et al. (2021), которые отметили критическую важность понимания контекста, в котором собираются данные, и важность нетехнической деятельности для поддержки сотрудничества и обмена образовательными данными. Это также видно по принятию исследований на основе дизайна (DBR) как Rodríguez-Triana et al. (2021), так и Krumm et al. (2021) в своих исследованиях. В нескольких исследованиях также подчеркиваются последствия для профессионального развития учителей (van Leeuwen et al., 2021) и практиков Учебной аналитики (Yacobson et al., 2021), а также важность политики (Yacobson et al., 2021) для обеспечения этического усыновления Учебной аналитики.

Наконец, мы также видим сильный акцент на теоретических исследованиях и разработках в области Учебной аналитики, опираясь на широкий спектр педагогических, социотехнических и психометрических моделей. Это включает в себя метакогнитивную модель рефлексии McAlpine et al. (1999), использованную в исследовании Cloude et al. (2021), теорию обучения на основе запросов, принятую Rodríguez-Triana et al. (2021), Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT; Venkatesh et al., 2003) и модель теории элемента-ответа Pelanek (2021). Хотя эти модели служат широкому кругу целей, теоретическое обоснование исследований и практики Учебной аналитики имеет первостепенное значение для обеспечения диалога и сотрудничества с другими областями и на основе огромного количества исследований в области образования и смежных областях.

С течением времени и поступательным развитием цифровой экономики сфера образования всё в большей мере начинает испытывать потребность в инновациях и эффективном распоряжении ресурсами, в том числе и информационными. Сегодня рассмотрение темы эффективного применения информации в современном образовании невозможно без конкретизации понятия больших данных. К сожалению, устоявшийся понятийный аппарат в данной области ещё не сформирован, но содержательные характеристики различных определений больших данных можно условно представить следующим образом: большие данные — это совокупность подходов, инструментов и методов, предназначенных для накопления и анализа неструктурированных данных с целью извлечения из них нового знания [6]. Но необходимо внести два уточнения: во-первых, такие подходы, инструменты и методы предназначены именно для быстрой (относительно других методов) обработки баз данных большого объема со скоростью, максимально приближенной к реальному времени; во-вторых, из-за своего размера и структуры (а точнее её отсутствия) большие данные практически невозможно обрабатывать при помощи традиционных программных и аппаратных средств анализа информации, что делает сами данные бесполезными или практически бесполезными без их обработки и анализа при помощи соответствующих технологий. Два этих факта и послужили толчком к созданию для больших данных собственного инструментария и технологий хранения и извлечения знаний из больших баз данных.

Еще всего семь лет назад на носителях информации большого количества организаций накапливались невероятные объемы информации, применение которой было совершенно экономически нецелесообразным из-за отсутствия четкой структуры и высокой сложности извлечения полезных данных. Большие данные позволяют при помощи набора математических и статистических инструментов формировать универсальную структуру данных и извлекать из бездействовавших ранее массивов полезную

информацию, применяя её в самых разных сферах деятельности. При этом такие решения могут применяться повсеместно, в том числе и в рамках образовательного процесса.

Одним из наиболее ярких примеров внедрения анализа больших данных в сфере образования является успех компании Skillsoft, которая на своей платформе предоставляет образовательные материалы для онлайн-обучения более чем 20 миллионам пользователей. Благодаря анализу больших данных, компании Skillsoft удалось адаптировать предлагаемые образовательные ресурсы под каждого из миллионов своих клиентов — с учётом уровня их квалификации, конкретных потребностей и бизнес-интересов. Это позволило компании достичь серьезных положительных результатов в области взаимодействия пользователей с образовательной средой: треть пользователей воспользовались хотя бы одним из предложенных в рамках первой же электронной рассылки курсов и оплатили его; только 15 % получателей рассылок не заинтересовались рекомендациями, разосланными в рамках серии электронных писем; уровень удовлетворенности пользователей персонализированным образовательным контентом повысился более чем вдвое по сравнению с ранними не персонализированными версиями учебных курсов.

На наш взгляд, ещё одним фактором, который должен поспособствовать массовому внедрению анализа больших данных в области образования, — это значительное снижение себестоимости хранения единицы информации. Уровень развития технологий хранения информации привел к снижению стоимости хранения одного гигабайта информации на 46 % за последние 9 лет, а за последние два десятилетия — более, чем на 250 %. Эти изменения столь значительны, что сегодня существенная часть информации уже представлена только в цифровом виде — традиционные бумажные носители не применяются или почти не применяются (по сравнению с прошлым) во множестве отраслей. Повсеместно, в том числе и в образовательных организациях как Казахстане, так и зарубежных стран, все больше субъектов переходят к электронному документообороту, а также сохранению максимально возможного объема информации о взаимодействии со своими партнерами и обучающимися. Появляющиеся и упрощающиеся (с точки зрения применения) новые программные и аппаратные средства анализа данных позволяют получать новые знания из массивов информации, которые еще пять лет назад считались «информационным балластом», от которого раньше не задумываясь бы избавились. На сегодняшний день анализ данных об обучающихся — один из основных ресурсов образовательных платформ, который позволяет выстраивать более продуктивные образовательные отношения. Это подтверждается не только тенденциями в практике образовательной деятельности — учёные, такие как



Боллиер и Файрстоун, отмечают, что базы данных больше не являются просто способом хранения данных, они превращаются в современный инструмент получения новых знаний, благодаря которому процессы адаптации и коллаборации становятся более эффективными, а принимаемые в реальном времени — более персонализированными, учитывающими специфику конкретных участников взаимоотношений.

Таким образом, ранее накопленные колоссальные объемы данных, измеряемые в сотнях петабайт (если такой объем информации представить содержащимся в книгах, то пространство, которое будет необходимо для их хранения в стопках высотой в 60 метров по площади будет сопоставимо с размером острова Маэ — самого крупного из Сейшельских островов), теперь имеют реальную возможность стать источником информации, которая станет залогом не только коммерческого успеха, но и высоких стандартов образовательных услуг для всех обучающихся, вне зависимости от особенностей личности и специальных потребностей.

С другой стороны, информацию сегодня не только дешевле и проще хранить, нежели еще пять лет назад, но и намного проще передавать на большие расстояния с невероятной скоростью — благодаря сети Интернет. По данным Internet World Stats количество людей, которые пользуются ресурсами глобальной сети на постоянной основе, с 2000 по 2017 годы возросло почти десятикратно. Количество пользователей сети Интернет неразрывно связано с количеством устройств, которые передают информацию по вычислительным сетям: в 2017 году их число достигло 5 устройств на одного пользователя (всего более 20 миллиардов устройств). За одну минуту к сети подключается в среднем около пяти тысяч новых устройств, и пропорционально вырастает объем передаваемой и хранимой информации. Исследователи, занимающиеся проблемами развития информационных технологий, прогнозируют увеличение этих параметров в тридцать раз до 2025 года.

Согласно отчету, опубликованному компанией IBM, объем цифрового контента в глобальной сети на настоящее время составляет около 8 зеттабайт (напечатанная на обычной ксероксной бумаге информация такого объема покрывает всю площадь поверхности планеты Земля почти десятиметровым слоем).

Но и это ещё не все, помимо описанных изменений скорость генерации новых данных также демонстрирует сопоставимые значения. В 2012 году, по приблизительным оценкам специалистов в области коммуникации, в сети Интернет ежедневно создавалось около 2,5 эксабайт информации (1 эксабайт — миллиард гигабайт) и предполагалось, что это значение будет удваиваться каждые 40 месяцев. Тем не менее, уже в 2016 году пользователи сети

Интернет ежедневно создавали приблизительно 44 эксабайта новых данных и ожидается десятикратный прирост к 2025 году, т. е. по сравнению с ожидаемым увеличением, рост составил более 550 %. Чтобы представить себе произошедшие изменения, можно отметить, что за одну секунду в Интернете передается больше данных, чем составлял его полный объем пятнадцать лет назад.

Происходящие в области информации изменения, наряду с появившейся возможностью её хранения и обработки, позволяет таким компаниям, как Walmart (самая крупная в мире сеть розничной торговли), собирать каждый час по 3,5 петабайта данных о своих клиентах, их предпочтениях и сделанных покупках. Справедливо предположить в такой ситуации, что и в области образования внедрение подобных прорывных технологий уже в ближайшее время позволит режиме реального времени не только определять востребованность и необходимость в том или ином образовательном контенте для каждого конкретного индивида, но и на основе анализа данных о его взаимодействии с образовательными и социальными платформами адаптировать, с учётом этой информации, траектории изучения материала.

Такие перспективы не могут не ставить амбициозную задачу по созданию новых инструментов и приёмов, которые позволят эффективно получать информацию об обучающихся, хранить и анализировать её. Компании по всему миру получают множество разнообразных данных, связанных с их деятельностью, коммерческими и социальными партнерами, при этом (как уже демонстрировалось выше) мощность этого информационного потока столь велика, что не остается никаких иных вариантов, кроме применения новых способов обработки и анализа информации, которые могут быть с успехом использованы во многих сферах: культуре, сфере услуг, розничной торговле, производстве, финансовом секторе, научных исследованиях, медицине и образовании. Например, в области образования одним из наиболее часто применяемых способов принятия решений (как организационных и управленческих, так и научных, и методических) был метод экспертных оценок, который при текущей скорости появления новых и обновления существующих знаний становится все менее и менее оправданным — это делает практически единственным эффективным инструментом принятия решений в режиме реального времени анализ данных, который в известной мере может быть подвергнут автоматизации.

Международная консалтинговая компания McKinsey & Company, которая специализируется на решении задач, связанных со стратегическим управлением, отмечает, что наиболее важным фактором, обеспечивающим

успешность внедрения решений на базе больших данных, является их свободное обращение — т. н. *концепция открытых данных*. Под открытыми данными принято понимать концепцию хранения данных, которая гарантирует свободный доступ в машиночитаемом формате, а также отсутствие ограничений на их использование и публикацию. При этом стоит отметить, что основной объем открытых данных поступает от государственных структур и предприятий, для которых раскрытие информации является обязательным, в соответствии с законом. Образовательные организации различных уровней, рассматриваемые нами в рамках статьи, в значительной доле находятся в собственности государства.

Рассмотрим перспективные возможности применения анализа больших данных в сфере образования. В будущем анализ больших данных, собираемых организациями, а также открытых данных поможет реализовать механизм, обеспечивающий эффективное взаимодействие между педагогами и обучающимися в режиме реального времени — это позволит провести глубокое всестороннее изучение моделей обучения, реализуемых образовательными организациями, и провести их оптимизацию с учетом новых знаний, доступных, благодаря анализу больших данных.

Это позволит сбалансировать трудоёмкость учебного процесса, благодаря прогнозированию того, кому из обучающихся необходимо больше содействия и поддержки в процессе освоения образовательных программ, чтобы избежать экстремально низкого уровня подготовки, и, как следствие, — отказа от обучения по причине его неэффективности. По нашему мнению, это должно привести к активизации поиска новых подходов в теории и практике образования, которые станут востребованы обучающимися с особыми потребностями.

Рассматривая предстоящее изменение системы образования под влиянием новых технологий, важно помнить о стремительном росте роли электронных и дистанционных образовательных форм, благодаря которым люди со всего мира получают доступ к лучшим образовательным ресурсам от ведущих мировых университетов, не выходя из дома. Внедрение всё новых открытых образовательных ресурсов даст мировому образованию возможность аккумулировать значительные объемы данных, анализ которых, наряду с открытыми данными, поможет улучшить не только качество образования за счет превентивного удовлетворения потребностей в дополнительных учебных материалах, но и улучшить учебный опыт обучающихся.

По результатам исследования, проведенного Tech Pro Research, в котором отражена доля хозяйствующих субъектов в различных отраслях, которые активно внедряют решения на основе анализа больших данных или

уже применяют подобные подходы в своей деятельности, самое широкое применение анализ больших данных нашёл в области связи и коммуникаций (58 %), техническом проектировании (45 %), а также в сфере финансовых и страховых услуг (около 33,5 %); в то же время в здравоохранении и образовании — областях, по нашему мнению, из-за большого объема накопленной информации, в значительной степени готовых к внедрению технологии раньше прочих, — большие данные остаются серьезно недооценёнными. Количество образовательных организаций, активно внедряющих технологии работы с большими данными, составляет всего 15 %.

Как уже отмечалось ранее, большие данные помогают находить скрытые взаимосвязи между объектами, предметами и явлениями. Не это ли тот самый «Священный Грааль» педагогики, который позволит сделать образование более личным и повысить эффективность освоения учебных материалов, поможет исследователям найти скрытые ранее связи между теми или иными личностными особенностями обучающихся и их успехами как в учёбе, так и в профессиональной, и в общественной деятельности?

Итак, анализ больших данных открывает перспективы создания нового положительного учебного опыта — все участники образовательного процесса смогут беспрепятственно обмениваться друг с другом информацией и взаимно и высокоэффективно расширять свою компетентность на протяжении всей жизни.

Конкретизируем такие перспективы:

*1. Ранняя профессиональная ориентация.* Большие данные могут помочь обучающимся в выборе тех или иных образовательных продуктов и их наборов среди в наибольшей степени соответствующих свойствам их личности (особенностям поведения) и социальным запросам, что потенциально позволит не только более осмысленно выбирать образовательные организации, но и обеспечит развитие способностей (обучение) в соответствии с врожденными задатками.

*2. Новые адаптивные образовательные траектории.* Анализ больших данных, на основе взаимодействия человека с образовательными и социальными платформами, позволит на раннем этапе определять способности и задатки обучающегося, на основе которых могут быть созданы образовательные траектории, наилучшим образом способствующие развитию необходимых компетенций конкретных обучающихся с учётом их способностей, мотивации и потребностей (как общества, так и самих обучающихся).

3. *Контроль профессиональной траектории.* Аналитика больших данных может позволить образовательной организации отслеживать профессиональные успехи своих выпускников, ориентируясь по тысячам различных источников: начиная с их профилей и фотографий в социальных сетях и заканчивая публикациями в средствах массовой информации и на сайтах организаций. Это позволит поддерживать актуальность информации о статусе и квалификации выпускников образовательных организаций всех уровней, осуществлять поддержку сообщества выпускников при помощи наставничества и предоставления дополнительных образовательных услуг, а также выведет портфолио обучающихся на новый уровень.

4. *Открытость и прозрачность образования.* Свободное, неограниченное обращение неструктурированных данных и доступность их для анализа и обработки откроет для обучающихся возможность более глубокого вовлечения в процессы, которые ранее считались прерогативой исключительно административно-управленческого персонала из-за консервативности и традиционности образовательной системы — это позволит не только учитывать потребности рынка конкретного региона при обучении, но и совместными усилиями находить новые пути и решения улучшения образовательного опыта всех участников.

Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что анализ больших данных и их свободное обращение (при условии сохранения приватности частной жизни) могут послужить основой для качественных изменений, формирования новой современной и динамично развивающейся системы образования. При этом, сама педагогическая наука и практика получит инструмент, масштаб изменений и эффективность от применения которого можно сравнить разве что с внедрением вакцинации в здравоохранении.

В то же время невозможно предсказать все последствия массового внедрения технологий анализа свободно обращающейся информации во все сферы деятельности общества — они могут оказать на само общество и его институты влияние, которое трудно спрогнозировать. Рассматривая такую «темную сторону» больших данных, важно выделить и ряд негативных последствий их повсеместного внедрения:

1. Опасность возникновения нового вида предиктивной дискриминации, основанной на результатах обработки больших данных с помощью несовершенных алгоритмов, выработка которых все еще подвержена влиянию человеческого фактора. Об этом говорит математик и исследователь Кэти О'Нил, называя возможные последствия не иначе, чем «оружие математического поражения» (англ. «weapons of math destruction»).

2. Большие данные неизбежно сократят количество рабочих мест — вполне возможно, что масштабы перемен превзойдут последствия появления разделения труда, фабрик и конвейера. Радикальные перемены могут коснуться не только операторов различных услуг, таких как таксопарки, которых уже сегодня активно теснят онлайн-платформы вроде Uber, но и врачи-диагносты и лаборанты, которых со временем могут заменить высокоразвитые нейронные сети, сотрудники маркетинговых отделов крупных и небольших предприятий, а возможно даже и часть педагогов, занимавшихся простой трансляцией знаний.

3. Возможность технократической сегрегации — отделения успешных людей (обладающих возможностями и навыками работы с новой технологией анализа данных) всех остальных (абсолютно невостребованных членов общества, что потенциально опасно с точки зрения не только морально-этической, но и социально-экономической).

4. Незаконная торговля огромными объемами неструктурированных личных данных, которые ранее были практически бесполезны, а теперь могут служить основой для детального изучения и управление поведением людей.

Описанные выше последствия должны остудить пыл человечества и заставить задуматься о безопасных и эффективных путях развития — чтобы большие данные не послужили причиной больших проблем; ведь грядёт без преувеличения изменение самого подхода к информации на уровне всей цивилизации — уже сейчас становится очевидно, что все без исключения сферы деятельности возьмут на вооружение новые методы и инструменты.

В качестве резюме подчеркнём, что сегодня общество находится на пороге значительных перемен и ещё только предстоит разрешить немало вопросов и найти способы нивелирования негативных последствий повсеместного внедрения анализа данных, которые были описаны нами ранее, но без сомнения, образование, как один из инструментов трансляции культурного и познавательного потенциала между поколениями, должно найти максимально эффективные способы повсеместного применения анализа больших данных в новой образовательной парадигме.

Термин «искусственный интеллект» впервые был использован в 1956 г. для описания «науки и техники создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ» [McCarthy et al., 2006. P. 13]. До сих пор общепризнанного определения ИИ не существует.

Термином «искусственный интеллект» описывают целый ряд технологий (мультиагентные технологии, технологии глубокого обучения, технологии data mining и др.), методов (нейронные сети, генетические

алгоритмы, нечеткая логика и др.) и инструментов (вывод скрытых закономерностей в данных, классификация, кластеризация, прогнозирование, принятие решений и др.), которые пересекаются и накладываются друг на друга [Leaton Gray, 2020].

Предиктивная аналитика используется для прогнозирования будущего события на основании анализа временных рядов и поиска скрытых закономерностей в событиях предыстории. В образовании предиктивная аналитика может применяться для оценки вероятности успешного прохождения академических программ учащимися с разным опытом, а также для выявления учащихся, которые находятся в зоне академического риска [Ong, 2016].

Одной из ключевых областей ИИ является машинное обучение (МО), технологии и инструменты которого основаны на механизме обучения/самообучения, что позволяет создавать «программное обеспечение, способное распознавать закономерности, делать прогнозы и применять обнаруженные закономерности в ситуациях, которые не были включены в первоначальный план» [Porenici, Kerr, 2017. P. 2]. МО может использоваться, например, для классификации и создания профилей учащихся, для предсказания учебных результатов [Zawacki-Richter et al., 2019], для моделирования поведения учащихся в учебной среде [Baker, Inventado, 2014]. Благодаря МО приложения ИИ могут собирать данные и генерировать собственные модели, а также учиться и улучшать эти модели с течением времени.

В последние годы отмечается бурное развитие глубокого обучения как одного из направлений МО [Deng, Yu, 2014]. Методы глубокого обучения дают возможность работать с неструктурированными данными, такими как видео-, аудио- и текстовая информация (в отличие от структурированных данных, например таблиц). Они самостоятельно извлекают и составляют набор базовых низкоуровневых признаков, постепенно усложняя их вплоть до высокоуровневых признаков, формирующих устойчивые образы, в дальнейшем распознаваемые системой. Глубокое обучение может использоваться для прогнозирования эффективности массовых открытых онлайн-курсов (MOOC) на основе данных о поведении студентов при просмотре видео [Doleck et al., 2019].

Один из ключевых методов глубокого обучения — глубокие нейронные сети. Они состоят из слоев связанных между собой искусственных нейронов, которые обучаются выдавать правильные решения на выходе при подаче соответствующих входных сигналов. В образовании нейросети могут использоваться, например, для построения «шкалы

вовлеченности» с целью снижения отсева учащихся [Turhan, Erol, Ekici, 2016].

Методы ИИ также применяются при разработке социальных роботов [Lutz, Schöttler, Hofmann, 2019], которые могут выражать и воспринимать человеческие эмоции, общаться с человеком, используя диалог высокого уровня и естественные сигналы, такие как взгляды и жесты [Fosch-Villaronga, Lutz, Tamò-Larrieux. 2020. P. 441].

На базе методов ИИ могут быть реализованы экспертные системы — программы, которые, в частности, способны имитировать процессы принятия решений человеком, используя базы данных [Leaton Gray, 2020]. В учебных средах экспертные системы могут применяться для интеллектуальной поддержки обучения, например интеллектуальные системы обучения, рекомендательные системы, адаптивные системы обучения [Kabudi, Pappas, Olsen, 2021]. Интеллектуальная система обучения может использовать методы ИИ «для моделирования действий человека, чтобы улучшить обучение за счет большей поддержки учащегося» [Hasanov, Laine, Chung, 2019. P. 404]. Рекомендательная система — это программный инструмент, который может быть основан «на методах МО и поиска информации, и предлагать потенциально полезные элементы в соответствии с чьими-либо интересами» [Syed et al., 2017. P. 1]. Такие системы развиты в MOOK [Asli et al., 2020]. Адаптивные системы обучения представляют собой «персонализированные учебные платформы, которые адаптируются к стратегиям обучения учащихся, последовательности и сложности задач, времени обратной связи и предпочтениям учащихся» [Kabudi, Pappas, Olsen, 2021. P. 2]. Системы включают несколько измерений: 1) персонализацию обучения студента согласно целям и инструкциям от преподавателя; 2) развитие саморегулируемого обучения студента, информирование его о низкой эффективности выбранной им стратегии и предложение более продуктивных траекторий; 3) распознавание и адаптация процесса обучения под уровень студенческой вовлеченности, чувств и эмоции; 4) повышение мотивации к обучению [Baker, 2021].

В обзорах применения ИИ в высшем образовании выделяются, помимо упомянутых, и другие важные направления, такие как персонализация обучения [Goksel, Bozkurt, 2019], создание профилей учащихся, оценка учебных результатов [Zawacki-Richter et al., 2019]. Ключевыми технологиями и практиками, которые окажут значительное влияние на будущее высшего образования, эксперты называют ИИ для инструментов обучения (взаимодействие учащихся с инструментами и технологиями на основе ИИ) и ИИ для УА (применение УА образовательными учреждениями для принятия решений и поддержки успехов учащихся) [Pelletier et al., 2021].



В концепции данной статьи УА выступает связующим звеном между ИИ и педагогическим проектированием. Некоторые авторы употребляют понятия «учебная аналитика», «интеллектуальный анализ образовательных данных», МО и «искусственный интеллект» как взаимозаменяемые или очень близкие [Aldowah, Al-Samarraie, Fauzy, 2019; Hooda et al., 2022], поэтому важно изучить их границы.

Термин «учебная аналитика» применяется для обозначения измерения, сбора, анализа и представления данных об учащих ся и окружающем их контексте. В отличие от академической аналитики, осуществляемой на уровне организаций или регионов с множественными и разными пользователями, УА действует на уровне курса, а ее бенефициарами выступают учащиеся и преподаватели [Siemens, Long, 2011]. В определении сотрудников аналитического центра Gartner, которое стало классическим, выделяется аналитика четырех степеней сложности и ценности: дескриптивная (описывающая, что уже произошло), диагностическая (подводящая к выводам о причинах произошедшего), предиктивная (прогнозирующая, что произойдет в будущем), прескриптивная (подсказывающая, как можно достичь ожидаемых результатов).

Модели УА чаще всего реализуются в системах усиления интеллекта (человека) и системах персонализированного обучения. Системы усиления интеллекта, также называемые системами поддержки решений, сообщают преподавателям или администраторам образовательных учреждений, часто в виде информационных панелей (dashboards), сырые данные об учебном процессе или, в случае привлечения более сложных методов, например МО, прогнозы и рекомендации. Системы персонализированного обучения включают несколько измерений: 1) персонализацию обучения студента, реализуемую автоматическими системами согласно целям и инструкциям, сформулированным преподавателем; 2) развитие саморегулируемого обучения студента, информирование его о низкой эффективности выбранной им стратегии и предложение более продуктивных траекторий; 3) распознавание и адаптация процесса обучения под уровень студенческой вовлеченности, чувств и эмоции; 4) повышение мотивации к обучению [Baker, 2021]. Исследователи выделяют следующие области УА [Siemens, Long, 2011]:

на уровне курса: анализ попыток выполнения заданий, социальных сетей, дискурс-анализ;

интеллектуальный анализ образовательных данных (включает предиктивное моделирование, кластеризацию, анализ паттернов);

интеллектуальный учебный план (представление области знания, преподающейся в курсе, в таком формате, который доступен для понимания и обработки вычислительной системой [Fiallos, Ochoa, 2019]);

адаптивное содержание, рекомендательные системы;

адаптивный учебный процесс (социальные связи, учебная активность, поддержка обучающегося).

Для достижения этих целей применяются: моделирование, анализ связей, персонализация и адаптация, прогнозы, исследование структуры и анализ, традиционное оценивание и мониторинг [Zotou, Tambouris, Tarabanis, 2020].

Учебной аналитике посвящено множество обзоров литературы, в которых обсуждаются как теоретические вопросы определения границ этой области [Slow, 2013], так и результаты практического применения УА в образовании. Методы УА, преимущества и проблемы ее использования в высшем образовании рассматриваются в системном обзоре [Nunn et al., 2016]. На материале исследований, проведенных в течение пяти лет, проанализированы направления применения УА в высшем образовании, представлены методы, используемые в исследованиях, выявлены тенденции развития проектов с применением УА в высшем образовании, рассмотрены ограничения этих исследований и наиболее многообещающие направления [Leitner, Khalil, Ebner, 2017]. Анализ вызовов, которые встают перед теми, кто внедряет УА, и восьми доминирующих политик в этой сфере практики привел исследователей к выводу о критической важности установления коммуникации между заинтересованными сторонами, о необходимости разработки подходов к УА, основанных на педагогических знаниях, о нехватке руководств по развитию грамотности в отношении данных среди конечных пользователей [Tsai, Gasevic, 2017]. На материале 11 статей показана успешность образовательных интервенций, реализованных с помощью УА [Larrabee Søderlund, Hughes, Smith, 2019].

УА появилась вслед за интеллектуальным анализом образовательных данных (ИАОД). К. Ромеро и С. Вентура рассмотрели вышедшие в 1995–2005 гг. статьи, в которых описано применение интеллектуального анализа образовательных данных в разных образовательных средах, таких как онлайн-курсы, системы управления учебным контентом, адаптивные системы обучения и интеллектуальные обучающие системы. Авторы показывают, какие источники данных имеются в этих средах, какие цели могут быть реализованы в них с помощью ИАОД, какие методы интеллектуального анализа образовательных данных применяются [Romero, Ventura, 2007]. В 2010 г. авторы опубликовали еще один обзор, где

отслеживается изменение в повестке данных исследований [Romero, Ventura, 2010].

Как видно из упомянутых обзоров, УА и ИАОД преследуют одну цель — улучшение образования через совершенствование оценивания, понимание проблем, планирование интервенций. Тем не менее между ними существуют ключевые различия, в частности по цели: для УА это улучшение суждений человека, для ИАОД — автоматический анализ; по фокусу: в УА это информирование и расширение возможностей преподавателей и обучающихся для персонализации, в ИАОД — автоматическая (компьютерная) адаптация; по подходу: в УА — понимание системы как целого, в ИАОД — анализ отдельных компонентов системы и связей между ними [Siemens, Baker, 2012].

УА ставит перед исследователями и практиками все более сложные задачи: от описания к прогнозированию, от отчетов к выстраиванию наиболее результативного обучения, что требует привлечения разных методов, применяемых в ИИ как зонтичной области [Zawacki-Richter et al., 2019]. Так в научный обиход вошло выражение «искусственный интеллект для учебной аналитики». Разработчики ИИ-решений разъясняют, в чем состоят ключевые отличия ИИ-аналитики от традиционной. Во-первых, это масштаб: ИИ анализирует все имеющиеся данные, обучаясь на них определять, что есть норма, и идентифицируя любые отклонения. Этот подход более объективный и ресурсоэффективный. Во-вторых, скорость: ИИ анализирует данные постоянно и уведомляет заинтересованных о появлении аномалии в режиме реального времени, в то время как традиционные аналитики изучают данные периодически. В-третьих, точность и отсутствие эффекта предубежденности: традиционно аналитики формулируют гипотезу о причине некоего явления, а затем собирают и исследуют данные, чтобы проверить свою гипотезу. ИИ, а именно алгоритмы МО, не нуждаются в предварительной постановке гипотез.

Сторонники ИИ убеждены в возможности воспроизвести учебный процесс в виде симуляции, но с 1990-х годов развивается альтернативная исследовательская область, исходящая из представлений о сложности и социальной обусловленности процесса обучения — коллаборативное компьютерное обучение, или социальная УА. Предметом изучения в ней стали не индивидуальные достижения, а те образовательные результаты, которые формируются через сотрудничество, особенно в неакадемическом контексте (дома, в соцсетях, на рабочем месте) с применением бесплатных онлайн-инструментов и без спроектированного учебного плана [Shum, Ferguson, 2012]. Анализ сетей социального взаимодействия, обучения в группе, распределения возможностей, ресурсов и результатов между ее

участниками, совместного создания артефактов в качестве учебных заданий можно отнести к коллаборативному компьютерному обучению. Различия четырех исследовательских областей представлены в табл. 4.

**Таблица 4. Обзор четырех исследовательских областей образования и технологий**

	<b>ИИ в образовании</b>	<b>Коллаборативное компьютерное обучение</b>	<b>ИАОД</b>	<b>УА</b>
<b>Основная цель</b>	Симулировать и предсказывать учебный процесс	Понять учебный процесс внутри и вне класса	Анализировать данные из образовательных систем	Улучшить учебный процесс
<b>Образовательные, теоретические и философские основания</b>	Любая форма обучения может быть описана, и компьютеры способны симулировать эти процессы. Учащиеся рациональны. Образовательно / педагогически нейтрально	Сфокусировано на сотрудничестве и взаимодействии двух и более человек. Теории коммуникации, социальный конструктивизм, социокультурная и социальная психология	Нейтрально	Ряд педагогических теорий, включая связанное обучение (посредством интернета), саморегулируемое обучение, социоконструктивизм
<b>Техники и подходы</b>	МО, исследования вмешательства оператора	Дискурс-анализ, контент-анализ, опросы, анализ социальных сетей	Компьютерное моделирование (взаимодействие «человек — компьютер», МО, ИИ), анализ данных, психометрическая статистика, визуализация	Дискурс-анализ, анализ естественного языка, МО, прогностическое моделирование, качественные исследовательские методы, анализ социальных сетей, визуализация

Таким образом, УА — это сфера исследований и разработок, в которых накопленные в ходе образовательного процесса данные обрабатываются для улучшения обучения. Область ИИ пересекается с областью УА в части применимых в обеих областях методов. УА открывает преподавателям и студентам большие возможности в повышении эффективности обучения, но при этом предъявляет ряд требований к организации учебного процесса. Практика использования УА выдвинула на повестку дня проблемы, которые предстоит решить:

применение различных платформ и цифровых устройств для обучения и коммуникации по курсу, а также отсутствие цифровых следов по очным активностям и даже чтение текстов, распечатанных с цифрового носителя, усложняют сбор данных и ставят под сомнение надежность выводов. В то же время применение УА актуализирует острую проблему защиты персональных данных;

- УА не имеет связи с теориями обучения и развивается скорее в логике технологических, чем педагогических решений. Поэтому преподаватели не расценивают УА как способ получения глубоких и практических выводов применительно к своему курсу [Yan, Lin, 2021] и как средство удовлетворения актуального запроса на методическую поддержку.

Педагоги постоянно собирают данные о своих учениках, ищут закономерности формально и неформально, чтобы сделать следующие шаги в обучении и поддержке своих учеников. По мере повсеместного распространения цифровых устройств в сфере образования увеличивается диапазон, количество и качество данных. Образование стремится стать более управляемым данными, и аналитика обучения вносит в это свой вклад. Аналитика обучения уже несколько лет является устойчивой тенденцией в образовании, особенно в сфере дополнительного образования (Adams-Becker et al. 2018); однако в настоящее время она недостаточно используется в среднем образовании. При продуманном применении аналитика обучения может стать мощным инструментом, способным дополнить набор навыков педагога XXI века, обеспечивая понимание поведения учащихся. В средних школах все большее число учебных заведений внедряют интегрированные системы, позволяющие получить четкое представление об ученике; однако последовательного подхода к этому нет, и существует ряд проблем, связанных с данными, конфиденциальностью и подлинностью инструмента, которые способствовали задержке в его внедрении по сравнению с более формализованными подходами крупных высших учебных заведений.

Школы всегда в той или иной степени анализировали данные, и учебная аналитика - это хорошо отточенный и врожденный навык всех опытных учителей. Однако с широким распространением технологий в

средних классах педагоги теперь могут собирать данные с помощью различных устройств, таких как ноутбуки, планшеты и мобильные телефоны, которые могут способствовать и усиливать анализ и интерпретацию обучения. Учебная аналитика, наряду с анализом образовательных данных (EDM) и академической аналитикой - это ветви аналитики данных, которые занимаются изучением поведения учащихся в процессе обучения. EDM и академическая аналитика обычно используются в макромасштабе и приносят академическому учреждению больше стратегической пользы; эти данные часто автоматизируются и превращаются в сводку поведения (Viberg et al. 2018). С другой стороны, аналитика обучения более применима на микроуровне, когда преподаватель анализирует данные, чтобы поддержать положительные результаты для учащегося, разбивая и интерпретируя поведение. В прикладном применении аналитика обучения может охватывать данные, связанные с формирующим или постепенным сбором информации об успеваемости и вовлеченности учащегося, а академическая аналитика применяет более суммарный подход, который может интерпретировать данные об удержании и завершении обучения.

Не существует единого мнения относительно четкого определения учебной аналитики; однако многие, кто писал об этом предмете, использовали определение, данное Сименсом и Лонгом (2011): "измерение, сбор, анализ и отчетность данных об учащихся и их контекстах для целей понимания и оптимизации обучения и среды, в которой оно происходит" (стр. 24). Учебная аналитика предполагает применение статистики, интеллектуального анализа данных, машинного обучения, исследования операций, сетевого анализа, визуализации информации и других методов для извлечения закономерностей и знаний из цифровой информации с целью поддержки принятия решений (Banet and Sancho 2016). Эта информация может быть получена через системы управления обучением (LMS), системы управления учебным контентом (LCMS) и системы управления контентом (CMS), через результаты тестов, опросы обратной связи, взаимодействие учащихся с веб-страницами или приложениями и даже отслеживание движения глаз на экране. Эти данные объединяются, чтобы создать достаточно информации для определения дальнейших шагов в обучении или предоставления немедленной формирующей обратной связи учащемуся и преподавателю автоматически с помощью хорошо настроенных алгоритмов; чем больше соответствующих данных можно собрать, тем больше потенциал для разработки полезной информации, касающейся обучения и реагирующего образования учащихся. Цель учебной аналитики - сосредоточиться на оптимизации способности к обучению, а не на выявлении индивидуальных недостатков.

В настоящее время школы используют такие инструменты, как блэбборд, moodle, canvas, sakai, edmodo и knewton в качестве LMS для сбора данных, а также classroom salon в качестве LCMS для сбора данных. Данные, доступные с помощью этих инструментов, варьируются от общих данных оценок до подробных информационных панелей, показывающих, как учащиеся взаимодействуют с контентом, вплоть до отдельных слов или кадров видео (Gunawardena 2017). Отдельные веб-инструменты, такие как EdPuzzle и Khan Academy, также имеют возможность собирать и выделять пользовательские данные для интерпретации, они более гибкие и потенциально применимы в контексте одного класса и поэтому полезны в средней школе для индивидуального учителя.

Этические проблемы являются основным препятствием на пути внедрения учебной аналитики; эта задача становится все более сложной в контексте среднего образования, поскольку сбор данных от лиц моложе 18 лет требует более тщательного рассмотрения и согласия. Существуют рекомендации по анонимизации данных до их интерпретации; однако это может затуманить процесс, если аналитика должна быть персонализированной и учитывать индивидуальные особенности ученика. В настоящее время ведется дискуссия о правах школ на сбор необходимых данных об учащихся, чтобы учебная аналитика стала значимой. Эта проблема также связана с более широкой этической темой, которую можно найти в ряде технических инноваций, использующих пользовательские данные для разработки индивидуальных платформ и опыта обучения. Должен ли пользователь иметь выбор, применять ли данные обратной связи в своем обучении, или самостоятельно определять путь, есть ли в жизни моменты, которые являются приватными в режиме онлайн, независимо от того, находится ли ученик в школе или дома? Существуют также вопросы, связанные с правом собственности на данные и с тем, кто должен использовать эти данные в процессе обучения: должны ли ученики, родители, учителя или школа принимать решения о том, как использовать эти данные в процессе обучения?

В исследованиях, проведенных на сегодняшний день, преобладает предоставление возможности отказаться от сбора данных, а не более надежный подход, поддерживающий информированное согласие (Viberg et al. 2018). Еще одним препятствием для внедрения учебной аналитики может стать опасение педагогов, что их будут оценивать на основе успеваемости их учеников (Howell et al. 2018). В таких странах, как Великобритания и США, школам разрешено применять для учителей средних школ оплату, зависящую от результатов работы; учебная аналитика будет использоваться в качестве меры для определения достижений учителя, при этом потенциально меньше внимания будет уделяться ученику.

Существует также риск стереотипизации учащихся с помощью аналитики. Уже существуют установленные ярлыки для учащихся (СДВГ, аутизм, дислексия), а с увеличением объема анализируемых данных существует вероятность создания новых ярлыков, которые можно будет прикрепить к учащимся. В настоящее время исследователи изучают стратегии преодоления стигматизации, связанной с причислением к определенному типу учащихся, определяемому аналитикой обучения.

На данном этапе развития аналитики обучения преподаватели средних школ должны с осторожностью относиться к данным, используемым в их контексте. Если бы педагоги смогли достичь уровня "аналитики целостной личности", то использование аналитики обучения в школах было бы более уверенным. Аналитика всей личности относится к концепции, которая поддерживает целостную картину учащегося, а не только данные; это особенно важно в условиях средней школы, так как пастырская забота и отношения, которые обеспечивают и развивают учителя, являются ключевыми элементами в процессе обучения.

Сименс и Лонг (2011) подчеркивают, что использование собранных данных должно быть прозрачным. В контексте средней школы они должны быть доступны для всех, кто участвует в процессе обучения. Существует явный пробел в исследованиях, поддерживающих практическое применение аналитики в классе, и предлагается провести дополнительные исследования, сосредоточившись на том, какие данные необходимо собирать и как их анализировать, чтобы способствовать улучшению опыта обучения и адаптации педагогических подходов. Большая часть литературы и исследований основана на высшем и дополнительном образовании и предназначена для академических исследователей, а не для практиков в школах. Отсутствие литературы, ориентированной на контекст среднего образования, свидетельствует о слабом проникновении инструмента в этот контекст; поэтому глубина понимания эффективности не такая полная, как в других секторах образования; необходимо привлекать учителей как основных пользователей аналитики и проводить консультации с конечными пользователями (Howell et al. 2018).

Кроме того, до сих пор не получено убедительных доказательств того, что аналитика обучения может улучшить результаты обучения. В исследовании 252 статей, посвященных учебной аналитике, только 9% из них указали на какие-либо измеренные положительные результаты обучения, связанные с использованием учебной аналитики (Viberg et al. 2018).

Большинство школ имеют LMS уже более десяти лет, но существует широкий спектр различных систем и платформ. Для того чтобы педагоги могли двигаться вперед в контексте среднего образования, необходимо



обеспечить совместимость данных не только между LMS, но и между любым другим программным обеспечением, приложениями или системами, которые могут быть использованы для управления обучением. Во всем мире многие министерства образования стремятся создать систему, обеспечивающую совместное использование широкого спектра данных из различных учреждений, которые могут быть использованы для поддержки аналитики обучения. В будущем это потенциально создаст возможности для сторонних компаний, занимающихся предиктивной аналитикой, предоставлять услуги образовательным учреждениям, которые пытаются интерпретировать данные (Gunawardena 2017).

Примеры растущего применения учебной аналитики можно найти в средних школах, где поощряется проведение опросов учителями для получения информации и совершенствования дизайна обучения (Mor et al. 2015). В дополнение к использованию аналитики обучения для информирования профессиональных исследований некоторые средние школы приняли участие в исследованиях, где их ученики участвовали в MOOCах (массовых открытых онлайн-курсах), которые позволяют собрать большой объем данных, поскольку обучение проходит в замкнутой онлайн-среде. Халил и Эбнер (2015) пришли к выводу, что такой подход имеет свои преимущества, поскольку, анализируя данные, можно в определенной степени направлять процесс обучения, а также анализировать общее намерение учеников во время курса; однако учащиеся среднего возраста, принявшие участие в исследовании, не сочли MOOC мотивирующим способом обучения.

Вибберг и др. (2018), а также Сименс и Лонг (2011) указывают, что аналитики обучения должны ценить "более мягкую" сторону процесса обучения, чтобы он был полезен для учащегося. "Обучение - грязное дело" (Siemens and Long 2011 p. 8); эффективные преподаватели относятся к учащимся и ценят проблемы, с которыми они сталкиваются в профессиональном контексте, а также более широкую пастырскую роль. Алгоритмы, используемые в аналитике обучения, все еще развиваются и не могут охватить такие требования на данном этапе; поэтому должен быть определенный уровень переопределения, чтобы избежать ошибок. Потенциальная опасность полагаться на аналитику для определения уровня обучения с раннего возраста может серьезно ограничить учебный путь для студентов и оказать большое влияние на пути обучения в течение всей жизни. На данном этапе автоматизированный анализ данных может сузить возможности выбора и продвижения в обучении. В настоящее время требуется вмешательство для обеспечения и укрепления гуманистического и целостного подхода к образованию, необходимого для обучения всего ребенка. Это особенно сильно сказывается в средней школе, где учащимся

предлагается развивать широкий спектр навыков и качеств, а не замыкаться в одной области.

Поскольку иммерсивные среды, такие как виртуальные лаборатории, обсуждаемые в NMC Horizon Report (Adams-Becker et al. 2018), и локальная аналитика с помощью дополненной реальности (ElSayed et al. 2016) все шире используются в образовании, появится больше возможностей для сбора данных с помощью подключенных устройств, но все равно потребуются умение определять данные для целостного ученика. Другие технологии, способствующие аналитике обучения, в настоящее время находятся в стадии разработки: сканирование мозга в реальном времени в классе, браслеты с гальванической реакцией кожи (GSR) и веб-камеры для измерения эмоций. Теперь можно получить мультимодальное 360-градусное представление об учащемся, что имеет более широкие последствия и является гораздо более мощным средством, чем сбор результатов тестов и отзывов в LMS. Разработка описательных таксономий (Di Miriti et al. 2018) для мультимодальных данных для обучения, которые классифицируют физиологические реакции всего тела, а также ситуационный опыт, включая место, время и тех, с кем учащиеся находятся в каждый запечатленный момент, полезна для изучения того, как аналитика обучения может повлиять на учащихся в ближайшие годы. Этот тип данных может быть доступен добровольно от студентов, когда носимые технологии станут более распространенными, но настаивать на том, чтобы учащиеся предоставляли свои личные данные, проблематично.

*Управление на основе данных* в современном мире считается уже чем-то само собой разумеющимся. За последние 10–15 лет данные стали неотъемлемой частью работы управленца любого уровня в любой сфере деятельности. Социальная сфера в целом и система образования в частности включились в эту практику с некоторым отставанием, что в определенной степени объясняется сложностью использования данных для описания социальных процессов — слишком много факторов влияет на конечный итог образования, слишком высок уровень неопределенности, когда невозможно однозначно сказать, благодаря или вопреки созданным условиям происходит формирование и развитие ребенка, подростка, юноши.

Развитие цифровых технологий, которое привело к появлению больших данных (big data) и позволило эффективно работать с ними, должно было осуществить революцию в управлении образовательными системами и организациями. Действительно, данных о системе образования, образовательных организациях, отдельных участниках образовательных отношений собирается все больше.

При этом практика управления продолжает демонстрировать неспособность большинства лидеров справиться даже с небольшим объемом, казалось бы, привычных для них сведений. Информация об образовательных результатах, параметры условий осуществления образовательной деятельности, финансовые показатели — все эти данные преимущественно используются для подготовки тех или иных отчетов, информирования вышестоящих руководителей или потребителей образовательных услуг. Это, безусловно, важная задача, но при этом управленческие решения продолжают приниматься на уровне интуиции, которая часто просто не может сработать из-за исключительной новизны или неординарности ситуации, как это случилось в период пандемии COVID-19.

В управлении вообще и в управлении образовательными системами и организациями в частности аналитика является важнейшим инструментом доказательного принятия решений на основе данных. Современный мир все в большей степени соответствует характеристикам VUCA: это стрессовый, нестабильный, быстро меняющийся мир. Система образования сама по себе является сложной, многомерной конструкцией. На результаты ее функционирования оказывает влияние огромное количество динамичных, неоднозначных факторов. Для адекватного существования сложной системы в сложном VUCA-мире необходимо постоянно перерабатывать, анализировать и интерпретировать огромные объемы информации.

Использование руководителем аналитического аппарата не отрицает опору на интуицию, но дополняет ее. Использование данных, их анализ позволяют руководителю подкрепить или скорректировать собственные интуитивные решения, особенно если их приходится принимать в принципиально новых условиях, в ситуации максимальной неопределенности. Аналитика снижает энергозатраты на выполнение контрольных функций управления, повышает точность принимаемых решений за счет включения в анализ широкого спектра источников данных, обеспечивает доказательность аргументов при вовлечении в деятельность не только внутренних исполнителей, но и внешних партнеров и влиятельных лиц.

Современная практика аналитической деятельности использует все существующие методы научного познания и мыслительных операций:

анализ, синтез, сравнение, обобщение, прогнозирование и т. д. Их выбор и применение определяются основной целью аналитики — достижением более полного, точного (достоверного) и детального понимания сути и особенностей анализируемого объекта. При этом аналитика работает как с количественными, так и с качественными данными.

Особенности управленческой деятельности, в частности нацеленность на развитие, обеспечение качественной реализации планов и проектов, определяют круг наиболее востребованных аналитических процедур, таких как:

- прогнозирование, являющееся основой планирования;
- сопоставительный анализ, который является основой для любого оценивания;
- динамический анализ, позволяющий отслеживать происходящие и производимые изменения в управляемой системе;
- контекстуализация, которая обеспечивает более точное понимание внешних факторов и перспектив развития системы.

Далее они будут рассмотрены подробнее на примере анализа данных различных образовательных мониторингов и управленческих проектов.

*Мониторинги* как систематические постоянные (наблюдение) или периодические (диагностические срезы) исследования состояния тех или иных элементов образовательной системы являются ключевыми источниками целевых данных для управления. Их основной особенностью является отслеживание изменений системы с течением времени. В этом смысле мониторинги изначально ориентированы на динамический анализ. Управленческие мониторинги чаще всего носят оценочный характер, поскольку именно оценка позволяет определить необходимость и вектор приложения управленческих усилий, ресурсных вложений, мотивации кадров.

Разработка и проведение мониторинга — сложный, достаточно длительный и ресурсоемкий процесс. Использование существующих источников данных, таких как данные официальной образовательной статистики, существенно снижают расходы на мониторинг, но, как правило, этих данных недостаточно для принятия конкретных и точных управленческих решений. Отсюда возникает необходимость использования дополнительных источников данных, в частности социологических и экспертных опросов, тестирований участников образовательного процесса и т. д. Все это требует дополнительных расходов на получение данных.

В этом смысле мониторинг является таким же объектом управления, как и любой другой элемент образовательной системы, и он в полной мере подчиняется экономическим законам эффективности: чем меньше расходы и лучше результат, тем выше эффективность мониторинга.

Результат мониторинга в данном случае — это то, насколько полученные данные способны обеспечить реализацию управленческих функций, ответить на актуальные вопросы руководителей системы, предоставить им информацию о существующей ситуации и перспективах ее развития.

Аналитика при этом является неотъемлемой частью мониторинга и должна быть изначально заложена в его методику. Игнорирование этого приводит к появлению низкокачественных аналитических продуктов.

Основной критерий умной аналитики можно сформулировать следующим образом: умная аналитика — это качественный ответ на точно поставленный вопрос. Только конкретная задача формирует конкретный вопрос, под который строится конкретное исследование — мониторинг. При этом точная постановка управленческой задачи, формулировка вопроса нередко являются продуктом аналитической работы. В этом случае задачей исследования в интересах управления становится поиск проблем и причин их возникновения.

Множественность задач (вопросов), поставленных перед одним мониторингом, также может снизить его эффективность и ограничить глубину соответствующей аналитики. С этой проблемой нередко сталкиваются разработчики социологических исследований. При построении данного мониторинга в обязательном порядке формулируются исследовательские вопросы, в том числе ориентированные на конкретные задачи стратегического управления в сфере образования. Но по объективным причинам в рамках каждого опроса рассматривается одновременно несколько тематических направлений (вопросов), что при необходимости ограничение объема анкет приводит к сужению каждой темы до небольшого, часто недостаточного количества вопросов.

Использование данных в управлении, аналитика как управленческий инструмент чаще и подробнее всего рассматриваются в отношении первой функции управления — планирования. Термин «индикативное планирование» вошел в употребление раньше термина «индикативное управление». Переход системы образования на преимущественное использование программно-целевого метода управления определил обязательность использования данных на этапе постановки целей, но не обеспечил необходимого качества предшествующей этому аналитической работы.

Программно-целевой метод управления предполагает в качестве обязательного элемента целевой индикатор (показатель) и его целевое значение, которого он должен достичь к определенному периоду времени,

например к 2025 году дополнительным образованием должно быть охвачено 90% детей<sup>3</sup>. Но откуда берутся эти целевые значения? В идеале они должны быть продуктом серьезной аналитической работы, предполагающей оценку ситуации сразу по нескольким направлениям:

1) оценка возможностей, которая базируется на оценке текущего состояния целевого индикатора (показателя) и анализе динамики его предшествующего развития. При возможности проследить достаточно длинный динамический ряд (хотя бы на пять предшествующих временных периодов, в данном примере — лет) для прогнозирования можно использовать математические методы — построение трендов. Для более точного определения формулы тренда необходимо дополнительно учитывать условия, которые оказывают наиболее сильное влияние на данный индикатор (показатель). В приведенном примере дополнительного образования для детей, которая обеспечивается количеством мест, спектром и форматом предлагаемых программ и рядом других условий.

Если предполагается, что в период реализации проекта указанные условия меняться не будут, то математические методы построения тренда могут обеспечить достаточно точный прогноз.

Если планируемый проект ориентирован как раз на изменение этих условий, то для более точного расчета целевого значения индикатора (показателя) потребуется определить объемы изменений, которые предстоит осуществить, провести оценку ресурсов, которые потребуются для этого, и спрогнозировать сценарий, как будет меняться ситуация при соответствующем изменении условий;

2) оценка потребностей. Целевой индикатор (показатель) непосредственно связан с управленческой целью, что позволяет определить необходимый и/или желательный объем планируемых изменений. Следует отметить, что значения, характеризующие потребности и желания, могут сильно отличаться друг от друга и конфликтовать с возможностями.

Особое значение оценка потребностей имеет в части планирования развития систем профессионального образования всех уровней. Несоответствие объемов и качества подготовки кадров по разным специальностям потребностям рынка труда и запросам обучающихся приводит к тому, что в ряде регионов сохраняется проблема трудоустройства молодежи.

---

<sup>3</sup> Постановление Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года № 726 «Об утверждении национального проекта «Качественное образование «Образованная нация»

Определение желательного значения целевого индикатора может строиться на основании сопоставительного анализа. В качестве нормы для сравнения в этом случае используются аналогичные образовательные системы, организации.

*Сравнительный анализ.* Как было отмечено выше, нацеленность управления на развитие системы образования, образовательной организации или образовательного процесса определяет необходимость использования в арсенале руководителя оценочных процедур. Без оценки невозможно понять, требуется ли изменение системы, какие ее элементы и в какую сторону необходимо менять. Например, в регионе N доля школьников, углубленно изучающих предметы, составляет 11,4%. Хорошо это или не очень? Есть ли необходимость что-то менять в сложившейся ситуации, насколько срочно и интенсивно? Для ответа на эти управленческие вопросы необходима оценка.

Оценка — это аналитическая процедура, в основе которой всегда лежит сравнение. В качестве нормы для сравнения могут быть использованы различные параметры. Норма может быть задана на уровне регламентирующих документов, например расстояние между обучающимися на уроке в период пандемии не менее 1,5 метра.

Мониторинги, оценивающие соответствие образовательной деятельности и условий осуществления образовательного процесса нормативным требованиям, — это прерогатива контрольно-надзорных органов.

Для решения непосредственно управленческих задач могут быть использованы иные подходы, такие как сравнение со средним или медианным результатом по выборке или всей генеральной совокупности, сравнение с похожими объектами. При использовании для оценки среднего или медианного значения важно помнить о различии между ними. Медианное лучше использовать, например, в ситуации, когда в выборке наблюдаются серьезные выбросы значений анализируемого параметра, поскольку среднее в гораздо большей степени подвержено их влиянию.

Многосторонняя оценка, использующая несколько разных подходов и норм для сопоставления, имеет более высокий управленческий потенциал, поскольку позволяет посмотреть на оцениваемый объект с разных сторон. Этот подход эффективно используется в ряде мониторингов.

Приведенные примеры наглядно иллюстрируют два важных аналитических вывода, напрямую связанные друг с другом:

1) **оценка всегда относительна и ее результат зависит от параметров сравнения** — норм, шкал, объектов сравнения, весовых коэффициентов. С учетом этого, например, формируется принцип контекстуализации при оценке качества образования с использованием индекса социального благополучия школ;

2) рейтинги как результат сравнительной оценки множества объектов не могут дать точного представления о ситуации, поскольку их результаты могут существенно измениться, если изменить нормы и методологию оценивания.

Как специфическая форма представления результатов сравнительной оценки рейтинги неплохо работают на формирование имиджа рейтингуемых объектов, а также на продвижение приоритетов образовательной политики. Если важно развивать, например, олимпиадное движение школьников, полезно включить соответствующие показатели в методику рейтингования школ и они начнут активнее вовлекать своих обучающихся в эти олимпиады. Эту возможность нередко используют в различных региональных мониторингах.

Рейтинги и сравнительное оценивание в целом обладают серьезным мотивационным потенциалом. Мало кто хочет выглядеть хуже других. Это приводит к стремлению теми или иными путями повысить свои собственные результаты. Но в этом кроется наиболее серьезная проблема влияния рейтингов — подмена мотивов, когда вместо задачи повысить качество образовательной деятельности на первый план выходит задача повысить свои результаты в рейтинге.

Рейтинги, построенные на основе ранжирования объектов по результатам оценки, кроме мотивации (или демотивации) могут помочь управленцам при осуществлении отбора — участников проекта, исполнителей заказа, победителей конкурса и т. д.

В любом случае для решения поставленных задач потребуются серьезная работа по отбору показателей и выбору методологии расчета итоговой оценки, на основе которой будет построен рейтинг. Таким образом, основная аналитическая работа с результатами рейтинга должна быть проделана на этапе разработки его методики. Это парадоксальное правило является важным условием обеспечения управленческой эффективности рейтингов.

Непродуманное использование рейтингов по результатам тех или иных оценочных процедур может привести к искажению результатов



управленческого воздействия, снижению качества данных и доверия к публикующим их источникам (в том числе органам управления).

При анализе и использовании результатов рейтингования необходимо учитывать ряд важных ограничений, таких, например, как: – к рангам (место в рейтинге) нельзя применять никаких математических операций: их нельзя складывать, умножать, делить, находить среднее арифметическое значение и т. д., поскольку это качественные характеристики объектов. При этом шкала рангов не является равномерной (шаг между 2-м и 3-м местом может быть в разы больше, чем шаг между 3-м и 4-м); – анализируя динамику объектов в рейтинге за какой-то промежуток времени, необходимо помнить, что результаты оценки объекта могут повыситься, не изменив или даже снизив при этом его ранг (место в общем списке рейтингуемых объектов).

Динамический анализ так же, как сравнительный, является обязательным элементом управленческого анализа, поскольку позволяет отслеживать изменения системы или каких-то ее характеристик с течением времени. Мониторинги в этом смысле являются ключевым инструментом сбора данных для динамического анализа, поскольку изначально ориентированы на отслеживание изменений. Исследования, которые не позволяют увидеть динамику, не являются мониторингами.

В предельном смысле динамический анализ с точки зрения решения управленческих задач является еще одним способом оценивания через сравнение характеристики системы (процесса, элемента системы) с аналогичной ее характеристикой в предшествующие периоды времени. Вектор (увеличение/уменьшение) и величина изменений (разница между бывшим и настоящим состоянием) определяют результат оценки.

При проведении динамического анализа необходимо учитывать следующие вещи:

- 1) насколько изменилась (или не изменилась) методика мониторинга и характеристики его выборки (если это выборочное исследование) в течение анализируемого периода. Изменение внешних условий и внутренних характеристик образовательных систем могут привести к необходимости внесения изменений в методику мониторинга. Этого не удастся избежать ни одному длительному исследованию. Такие изменения приводят к ограничению возможностей построения динамических рядов и проведения динамического анализа. Большой объем изменений в методике и смещение выборки могут привести к невозможности динамического анализа или ограничить его буквально несколькими локальными характеристиками (вопросами),

2) какая формула расчета используется при проведении динамического анализа. Оценка величины изменений может осуществляться по разным методикам. Чаще всего используется простая формула разницы между новыми и старыми значениями ( $\Delta = k_n - k_{n-1}$ ) или формула процента прироста ( $D = (k_n - k_{n-1}) \times 100 / k_{n-1}$ ). При этом важно помнить, что результаты динамических анализов, осуществленных по этим формулам, будут отличаться друг от друга. Выбор формулы зависит от вопросов, на которые хочет получить ответ аналитик (или управленец, заказавший аналитику). Если важно понять абсолютные значения прироста, подойдет дельта, если нужно посмотреть изменения относительно начального положения, то необходимо использовать процентное отношение;

3) какие данные рассматриваются в динамике. Особое внимание необходимо уделять особенностям динамического анализа финансовых показателей, которые требуют обязательной корректировке с учетом инфляции, роста потребительских цен и других внешних факторов.

4) какие контекстные условия оказывают наиболее сильное влияние на наблюдаемые изменения. Учет контекста при проведении динамического анализа осуществляется так же, как и в любом другом случае.

*Контекстный и кластерный анализ.* Контекст — это совокупность обстоятельств и условий, в которых функционирует наш объект (образовательная система или организация), осуществляется деятельность участников образовательных отношений. Контекст может быть внешним по отношению к образованию (экономические, демографические, социокультурные, природно-климатические и иные условия) или внутренним (например, нормативные рамки, стратегические документы, образовательные программы и т. д.).

Для руководителя контекст — это те условия, которые влияют на функционирование управляемой им системы, но на которые он сам не может или по каким-то причинам не планирует влиять. Учитывать их при принятии решений и реализации мер ему все равно придется, поэтому мониторинги, ориентированные на решение управленческих задач, изначально включают в себя учет и/или использование при анализе контекстных данных.

Использование внешнего контекста нередко определяет основные направления и приоритетные задачи образовательной политики. Механизм использования контекстных данных для адекватного сравнения объектов лежит в основе большинства исследований резильентных школ, образовательного неравенства, и др. Анализ контекста позволяет объяснить некоторые результаты образовательных мониторингов, например связанные с охватом детей дошкольным и дополнительным образованием (плотность

населения), выбором направленностей образовательных программ дополнительного и профессионального образования (рынок труда и социокультурные особенности территорий), обеспеченности педагогическими кадрами (уровень доходов и безработица) и др.

Контекстные характеристики часто используются для кластеризации объектов оценки. Несмотря на важность, контекстные характеристики учитываются далеко не во всех исследованиях, ориентированных на решение управленческих задач.

Поиск, вычленение причинно-следственных связей — один из основополагающих инструментов доказательной аналитики, особенно в ситуациях высокой неопределенности, значительных рисков и при этом важности принятия оперативных управленческих решений. В социальных и гуманитарных областях этот поиск существенно затруднен в связи со значительной сложностью устройства социальных систем, в которых высока доля человеческого фактора. Очень часто исследователи сталкиваются с ситуацией, когда разумными доводами на основе математических инструментов невозможно объяснить происходящие явления или идущие процессы в системе образования.

Поиск причинно-следственных связей не всегда прост, и часто это требует значительных усилий и применения комплекса мониторинговых инструментов. Наиболее показательной в этом смысле была ситуация с пандемией коронавируса COVID-19.

Поиск причинно-следственных связей был чрезвычайно важным инструментом для анализа складывающейся ситуации и выработки управленческих решений. Изучая опыт ряда стран по борьбе с пандемией, стало понятно, что там тоже не было каких-то единых решений, а сама пандемия развивалась по-разному. В результате простой сопоставительный перенос оказался невозможным, и пришлось обратиться к поиску внутренних логических взаимосвязей.

Рост спроса на компетенции разработки методик мониторингов, аналитики данных мониторингов, интерпретации данных аналитики, управления на основании данных — все это требует новых программ компетентностного развития профессионалов образования.

Таким образом, рассмотренные принципы и подходы к принятию управленческих решений на основе результатов аналитической работы дают основания говорить:

– о значительной динамике моделей управленческих решений в сфере образования, принимаемых на основе данных и формировании типовых управленческих моделей;

– невозможности ориентации только на математические методы работы с данными для принятия управленческих решений в силу особого характера системы образования, которая относится к социальным системам, открытым, саморазвивающимся, находящимся в непрерывном взаимодействии с другими системами одного уровня и находящимися на более низком или более высоком уровне в иерархии систем;

– расширении границ применимости аналитических действий в системе образования и тем самым о возможности постановки принципиально новых управленческих задач в режиме развития;

– объективизации и более точном характере прогнозов в сфере образования с учетом большего числа данных в динамических рядах и возможностях их практически неограниченного сопоставления;

однако при этом следует учесть, что любые сопоставления не будут полными, а это означает неизбежность сохранения высоких уровней погрешностей в прогнозной аналитике и сохранении значимости риск-аналитики.

## Раздел 2. Международный опыт применения «умной аналитики» в сфере образования

Международный опыт использования интеллектуальной аналитики в образовании различен. В некоторых странах, таких как США и Великобритания, использование данных и аналитики в образовании относительно развито и внедрено в различных условиях, включая начальные и средние школы, а также высшие учебные заведения. В других странах использование данных и аналитики в образовании менее развито, но интерес к потенциальным преимуществам этих инструментов растет.

В США использование данных и аналитики в образовании было частично стимулировано программой федерального правительства *Race to the Top*, которая предоставила финансирование штатам и округам для внедрения систем данных и использования данных для повышения успеваемости учащихся.

Программа *Race to the Top* была создана администрацией Обамы в 2009 году как часть Закона о восстановлении и реинвестировании США. Программа предоставляла финансирование штатам и округам, чтобы помочь им внедрить системы данных и использовать данные для повышения успеваемости учащихся. Программа была направлена на стимулирование инноваций и реформ в штатах в таких областях, как повышение академических стандартов, повышение эффективности работы учителей и директоров и преобразование малоэффективных школ. Программа была конкурсной, штаты и округа подавали заявки на финансирование, а награды присуждались в зависимости от качества их предложений. В рамках программы штатам и округам по всей территории США было выделено более 4 миллиардов долларов США.

Портал «Национальный центр образовательной статистики» (National Center for Education Statistics — NCES) является основным федеральным органом для сбора и анализа данных, связанных с образованием в США. Центр относится к Департаменту образования США<sup>4</sup> (U. S. Department of Education), Институту педагогических наук<sup>5</sup> (Institute of Education Sciences — IES). NCES выполняет мандат Конгресса по сбору, сопоставлению, анализу и представлению полных статистических данных о состоянии американского образования, проведению и публикации отчетов, а также

---

<sup>4</sup> U. S. Department of Education // <https://www.ed.gov/>

<sup>5</sup> Institute of Education Sciences // <https://ies.ed.gov/>

обзору и отчету о деятельности в области образования на международном уровне.

Правовые регламенты образовательной аналитики и статистики следующие. Деятельность по сбору, анализу и использованию данных осуществляется в соответствии с политикой IES в отношении общественного доступа к научным исследованиям, политикой конфиденциальности и безопасности в интернете и статистическими стандартами, которые согласуются с планом Министерства образования США и руководством по разработке политики в области общественного доступа, утвержденным правительством Соединенных Штатов 21 октября 2016 г.

База образовательной статистики и аналитики — NCES представляет собой многофункциональную базу образовательных данных. Технологически база данных как цифровой сервис предоставляет свободный доступ к следующим разделам и данным: опросы и программы (Surveys & Programs), инструменты обработки данных (Data & Tools), быстрый обзор данных (Fast Facts), публичные отчеты (Publications & Products), сведения об организациях (About Us).

База данных содержит раздел данных об оценке образовательных достижений на национальном и международном уровне (National Assessments, International Assessments), данных о раннем детстве, начальном, среднем и высшем образовании (Early Childhood, Elementary/Secondary, Postsecondary), системных данных, пользовании и конфиденциальности, дополнительных ресурсах (Data Systems, Use & Privacy, Library, Resources).

Виды образовательных данных, систематизируемые в базе данных, структурированы по разделам. Раздел «National Assessments» представляет официальную статистическую информацию о результатах оценки образовательных достижений учащихся (The National Assessment of Educational Progress — NAEP) и оценки грамотности взрослого населения (The National Assessments of Adult Literacy — NAAL) на национальном уровне. Раздел «International Assessments» содержит данные о работе NCES в рамках программы международной деятельности и представлении статистических образовательных данных для международных исследований в области образования. NCES интегрирует образовательные данные в программу ОЭСР «Международные показатели системы образования» (International Indicators of Education Systems — INES). База данных также содержит образовательную аналитику и статистику международных оценок и исследований в США: результаты международного мониторингового

исследования качества школьного математического и естественнонаучного образования (Trends in International Mathematics and Science Study — TIMSS), результаты международного исследования качества чтения и понимания текста (Progress in International Reading Literacy Study — PIRLS), результаты международных исследований компьютерной и информационной грамотности (International Computer and Information Literacy Study — ICILS), результаты оценки образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment — PISA), результаты оценки компетенций взрослых (Program for the International Assessment of Adult Competencies — PIAAC), результаты международного исследования систем преподавания и обучения (Teaching and Learning International Survey — TALIS), результаты международного исследования раннего обучения (International Early Learning Study — IELS). Разделы, связанные с дошкольным, начальным, средним, высшим образованием (Early Childhood, Elementary/Secondary, Postsecondary), представляют большой перечень статистических исследований на национальном уровне, например статистику карьеры и технического образования (Career and Technical Education Statistic — CTE), статистику финансирования образования (Education Finance Statistics — EDFIN), демографические и географические оценки образования (The Education Demographic and Geographic Estimates — EDGE), национальное исследование домашнего образования (National Household Education Survey — NHES), национальный опрос учителей и директоров школ (National Teacher and Principal Survey — NTPS) и др.

Инструменты обработки данных представлены цифровыми сервисами Data Tools, Navigator. The International Data Explorer (IDE) — интерактивный цифровой инструмент, позволяющий систематизировать образовательные достижения; сервис позволяет систематизировать данные об успеваемости учащихся по результатам оценок для тысяч переменных в США, а также производить анализ данных. DataLab как цифровой инструмент представляет собой онлайн-инструменты для создания таблиц и графиков, включающих большой объем образовательных данных. DataLab содержит три мощных инструмента для аналитических нужд пользователя: QuickStats позволяет начинающим пользователям создавать простые таблицы и диаграммы, PowerStats позволяет исследователям создавать сложные таблицы, логистические и линейные регрессии, TrendStats позволяет создавать сложные таблицы, охватывающие несколько лет сбора данных. Кроме того, данный цифровой инструмент включает репозиторий таблиц, содержащий более 5000 опубликованных аналитических таблиц по темам, публикациям и источникам. Таким образом, электронный портал Национального центра

образовательной статистики (NCES) является многофункциональной открытой базой данных образовательной аналитики и статистики в Соединенных Штатах с широким спектром возможностей применения.

Национальная электронная база данных образовательной аналитики и статистики США — NationMaster <sup>6</sup>содержит большой каталог переменных, охватывающих 300 отраслевых вертикалей, в том числе отраслевую вертикаль — образование. С помощью NationMaster можно отслеживать тысячи статистических данных из надежных источников (Институт статистики ЮНЕСКО, Всемирный банк, ВОЗ, ОЭСР и др.). NationMaster предоставляет возможность довольно простого и удобного получения точной, достоверной и актуальной информации и статистических данных 305 стран, в том числе статистики в сфере образования. Для США как держателя данного электронного репозитория данных это является возможностью постоянной компаративистики данных и образовательной политики на основе компаративистского анализа.

Немногие исследования показывают, что адаптивные технологии (или персонализированное обучение) сокращают разрыв в успеваемости между учащимися с более или менее академическими знаниями. И все же для того, чтобы интеллектуальные системы обучения сокращали разрывы в достижениях, это действительно было бы целью. По результатам рандомизированного контрольного исследования вмешательство в штате Мэн (США) показало, что это может иметь место (Murphy et al., 2020). Учителей попросили использовать программное обеспечение ASSISTments, чтобы давать учащимся домашние задания по математике. Система предоставляет обратную связь учащимся по мере того, как они решают домашние задания по математике, и автоматически готовит отчеты для учителей о выполнении учащимися ежедневных заданий. Учителя прошли обучение и инструктаж по формативному оцениванию. Исследование показало, что учащиеся в школах, которые были назначены на ASSISTments, узнали больше по сравнению со своими сверстниками в контрольных школах, с большими размерами эффекта, и что влияние было больше для учащихся с более низкими предыдущими достижениями по математике. Оценка подтверждает первоначальные результаты Roschelle et al. (2016) , в котором были обнаружены как доказательства хороших результатов обучения математике при использовании платформы, так и сокращение разрыва в успеваемости.

---

<sup>6</sup> NationMaster // <https://www.nationmaster.com/>; <https://www.nationmaster.com/country-info/stats/Education>



Аналитика обучения направлена на моделирование процесса обучения, т. е. того, как знания, навыки и компетенции развиваются учащимися при выполнении определенных действий. Когда эти действия выполняются на компьютерах, эти модели позволяют программному обеспечению адаптировать следующие учебные действия к потребностям учащегося.

Преимущества аналитики в классе в идеале должны проявляться в два этапа. Во-первых, классная аналитика предназначена для улучшения управления классом, например, путем отображения панели инструментов, которая показывает учителю, какие учащиеся испытывают затруднения, или помогает ему решить, когда переходить к следующему действию. Ожидается, что на втором этапе улучшение управления классом приведет к более высоким результатам для учащихся. Еще одним ожидаемым преимуществом аналитики в классе является расширение аналитики обучения на широкий спектр учебных мероприятий, таких как лекции, работа в команде, практические занятия или коллективные обсуждения, и даже некоторые виды деятельности за пределами класса, такие как экскурсии. Управление таким богатым педагогическим сценарием, который включает в себя индивидуальную, групповую и общеклассную деятельность, некоторые с цифровыми технологиями, а некоторые без них, описывается термином «оркестровка в классе». Классная аналитика не принимает решения вместо учителей. Скорее, они предоставляют учителям информацию, которую они могут интерпретировать, поскольку учителя, как правило, осведомлены о контексте: например, учащийся, признанный плохо успевающим, на самом деле может быть болен, помогая другому учащемуся или испытывая медленную связь.

Прогностическое моделирование позволяет оценить будущие результаты или вероятность будущих результатов. Для этого строится и тестируется модель с использованием данных о похожих людях, чьи результаты уже известны. Обычно используемое в бизнесе и маркетинговых исследованиях, прогнозное моделирование находит все большее применение во многих областях социальной политики как способ выявления людей, которые могут получить пользу от целевого вмешательства. При правильной интерпретации результатов предиктивное моделирование дает преимущества тем, кто занимается постоянным совершенствованием и стремится более эффективно распределять ресурсы.

Школы и школьные округа часто используют системы раннего предупреждения для выявления учеников, которые рискуют не достичь

ключевых академических результатов, таких как своевременное окончание школы или сдача государственных экзаменов. Системы раннего предупреждения обычно используют данные на уровне учеников для получения ограниченного набора показателей, позволяющих определить, находятся ли ученики в группе риска. Например, риск не окончить среднюю школу обычно оценивается по так называемым показателям ABC: посещаемость, поведение и успеваемость. Подход, основанный на показателях, обычно дает бинарный показатель (в группе риска или не в группе риска) или категориальный показатель риска (например, низкий, средний или высокий) на основе моментального снимка легкодоступных показателей поведения и успеваемости учащихся. Тем не менее, образовательные системы все чаще создают богатые, продольные наборы данных с частым, и даже в режиме реального времени, обновлением данных по многим показателям учащихся, включая ежедневную посещаемость, выполнение домашних заданий и результаты экзаменов. Эти наборы данных дают возможность сотрудникам округов и школ выйти за рамки подхода, основанного на показателях, и вместо этого использовать новые методы для вычисления более частых, более точных и более тонких прогнозов риска для учащихся.

По этим причинам MDRC изучает ценность прогностического моделирования. Исследователи MDRC разработали и внедрили комплексную систему прогностического моделирования, которая позволяет быстро и итеративно оценить непрерывную меру риска (вероятность недостижения результата от 0 до 1) для каждого учащегося в определенный момент времени. Система была разработана в ходе сотрудничества с New Visions for Public Schools (NVPS), некоммерческой организацией, которая работает с более чем 200 государственными школами Нью-Йорка. К настоящему времени система была реализована на основе данных из сети из 70 средних школ для оценки риска учащихся не закончить школу вовремя и не сдать государственный экзамен по алгебре, необходимый для получения аттестата.

Рассмотрим пример, когда в середине девятого класса районные администраторы и педагоги хотят знать риск каждого ученика не окончить школу вовремя. При использовании подхода, основанного на общих индикаторах ABC, ученик с низким уровнем посещаемости, инцидентами в поведении или неуспеваемостью может быть отнесен к группе с умеренным или высоким риском не окончить школу в конце двенадцатого класса, в зависимости от того, как результаты первого семестра (и, возможно,

восьмого класса) ученика сравниваются с установленными округом пороговыми значениями этих индикаторов ABC.

При использовании подхода прогностического моделирования вместо ограниченного набора суммарных показателей (индикаторов) можно рассматривать сотни показателей для определения риска учащихся. Можно учитывать не только общий уровень посещаемости студентов в первом семестре, но и структуру их посещаемости - за хорошей посещаемостью в среднем может скрываться спад позже в семестре или большой пробел в какой-то момент. Также можно учитывать и неакадемические показатели, такие как вовлеченность в систему социального обеспечения детей или правосудия, если таковые имеются. Информация из большого количества показателей может быть извлечена с помощью машинного обучения (хотя иногда простая регрессионная модель может работать не хуже) и обобщена в единую, непрерывную оценку риска. Вместо того чтобы относить студента к группе умеренного или высокого риска, можно определить, что вероятность того, что он не окончит школу вовремя, составляет, например, 70 процентов, плюс-минус 5 процентных пунктов (при этом значения ближе к 70 процентам являются более вероятными).

Изучение распределения рисков по школам и внутри школ может дать новое представление о различиях в потребностях учащихся. Например, среди учащихся, отнесенных к категории "высокого риска" в соответствии с индикаторным подходом, оценки, полученные с помощью прогностического моделирования, могут выявить значительные различия в уровнях риска. Это можно объединить с описательным анализом академического прогресса учащихся в различных диапазонах риска, чтобы выявить конкретные факторы, которые коррелируют с уровнем риска. Наконец, в конце девятого класса оценки риска всех учащихся могут быть обновлены с учетом новой информации - обновляется и модель, и прогнозы. Затем администраторы и педагоги могут отслеживать изменения риска учащихся на информационных панелях или в других коммуникационных системах.

В чем заключается подход MDRC к прогнозируемому моделированию?

Подход MDRC к предиктивному моделированию риска для учащихся имеет следующие особенности:

- Он основан на тесном партнерстве с практиками. Поскольку политика и практика могут меняться в течение учебного года и между учебными годами, исследователям необходимо работать с практиками, чтобы

углубить их понимание того, как использовать и создавать показатели из существующих наборов данных, правильно интерпретировать результаты и максимизировать их полезность.

- Она дает результаты, которые отражают важные различия между учащимися в уровнях риска и позволяют ранжировать учащихся по их оценкам риска. Прогнозируемая вероятность между 0 и 1 не достигнуть результата дает больше информации о риске студента, чем категория. Кроме того, оценка учащихся по непрерывной мере риска лучше позволяет администраторам ранжировать их по приоритетности для различных видов вмешательства.

- Используется аналитическая система с определенными правилами принятия решений и проверенным на практике статистическим кодом. Структура включает аналитические шаги, сосредоточенные на (1) определении лучших выборок для обучения статистической модели и вычисления прогнозов; (2) обработке данных (например, обработка отсутствующих значений, создание агрегированных показателей, извлекающих полезную информацию, такую как изменения в ежедневной посещаемости, а также определение и создание показателей, имеющих одинаковое значение с течением времени); (3) отбор показателей для включения в моделирование (опираясь на сочетание знаний по существу и алгоритмов, адаптированных к данным); (4) определение наилучшей методологии моделирования; (5) оценка неопределенности прогнозов; и (6) подведение итогов и интерпретация результатов.

Он извлекает как можно больше информации из данных, позволяя рассматривать сотни показателей в качестве потенциальных предикторов при моделировании. В системе MDRC моделирование включает в себя как стандартные подходы на основе регрессии, так и алгоритмы машинного обучения, которые могут перебирать очень большое количество показателей и позволять данным определять, какую форму должна принять статистическая модель. В рамках подхода MDRC сравниваются несколько моделей и выбирается лучшая из них на основе ее предсказательной эффективности на новых выборках (то есть данных, которые не использовались для обучения модели; это помогает избежать чрезмерной подгонки, когда модель неадекватно отражает основные взаимосвязи в данных и поэтому плохо обобщается на новые данные). Такие сравнения проводятся с помощью кросс-валидации - метода повторной выборки

данных, который имитирует многократную подгонку модели на одной выборке, а затем ее оценку на другой выборке.

Когда исследователи рассматривают несколько моделей или несколько алгоритмов машинного обучения, это называется "ансамблевым обучением". Способ, с помощью которого исследователи MDRC применяют ансамблевое обучение, опирается как на предметный опыт - через параметрические модели, определяемые исследователями на основе их знаний о том, какие предикторы имеют значение, - так и на методы адаптации данных, используемые алгоритмами машинного обучения. Исследователи оценивают эффективность прогнозирования различными способами, уделяя особое внимание показателям эффективности модели, которые соответствуют приоритетам партнеров в отношении того, как будут использоваться результаты. Например, сосредоточившись на таких показателях, как чувствительность и специфичность, MDRC стремится максимально выявить действительно подверженных риску учащихся и свести к минимуму количество ложных тревог.

- Это позволяет быстро итерацию и тиражирование. Как описано выше, MDRC разработал повторяющуюся многоступенчатую структуру, которая позволяет обновлять модели прогнозирования по мере поступления новой информации и легко повторять процесс для прогнозирования дополнительных этапов. Возможность быстрой итерации является преимуществом по сравнению с системами, основанными на индикаторах. Районы, создающие такие системы, обычно комбинируют показатели из опубликованной литературы и описательных анализов и используют субъективные решения, связанные с приоритетами района, для определения окончательного набора показателей. Такой подход требует много времени на обновление, особенно при изменении результата на другой этап (например, с неуспеваемости по окончании школы на неуспеваемость по курсу).

- Оценивается неопределенность результатов прогнозирования. Как и в любой статистической процедуре, оценки вероятности того, что студенты не достигнут контрольных точек, имеют неопределенность, которая обычно игнорируется в подходах, основанных на индикаторах, и даже в других системах прогнозного моделирования. MDRC использует непараметрическую процедуру бутстрепа для оценки неопределенности и получения нижних и верхних границ прогнозируемой вероятности. Непараметрическая процедура бутстрепа проводит повторную выборку данных, чтобы имитировать повторяющиеся выборки из популяции, и весь

аналитический процесс может быть повторен в каждой выборке, чтобы можно было оценить вариации между выборками.

Она направляет практиков на максимальное использование результатов. После составления индивидуальных прогнозов того, не справится ли каждый ученик с определенным километровым камнем, и оценки неопределенности этих прогнозов, MDRC совместно с партнерами проводит анализ прогнозируемых вероятностей, который обобщает различия между школами и подгруппами учащихся. MDRC также помогает практикам понять ценность и ограничения прогнозов и донести результаты до руководителей школ и учителей.

Каковы будущие направления деятельности MDRC в области прогнозирующего моделирования академических результатов?

Исследователи MDRC изучают способы улучшения прогнозирующего моделирования рисков для учащихся. Они изучают, могут ли различные типы данных - как из системы образования, так и из других источников - повысить точность прогнозов, особенно прогнозов долгосрочных результатов, сделанных на ранних этапах карьеры учащихся. В частности, они изучают, могут ли данные, не относящиеся к системе образования, такие как получение учащимися социальных услуг, или дополнительные академические данные, которые все чаще собираются округами, такие как выполнение домашних заданий и другие показатели на уровне курса, улучшить модели прогнозирования для различных результатов. Исследователи MDRC также работают над тем, чтобы сделать итерации системы более эффективными, оптимизируя этапы обработки данных и ускоряя вычисления. Кроме того, MDRC изучает методологические вопросы, такие как степень, в которой и при каких обстоятельствах машинное обучение приносит пользу, а также какие алгоритмы машинного обучения могут быть наиболее ценными.

MDRC может оказать поддержку районным партнерам несколькими способами: во-первых, его исследователи могут помочь определить, есть ли у округов организационный потенциал и данные для поддержки прогностического моделирования и стоит ли его использовать для их конкретных нужд. В тех случаях, когда прогнозное моделирование подходит, исследователи MDRC могут помочь округам максимально использовать полученные результаты для принятия решений. Районы, заинтересованные в таком подходе, могут извлечь пользу из включения результатов - как индивидуальных прогнозов, так и сводных данных по учащимся, классам и

школам - в свои информационные панели и другие системы визуализации данных и обмена данными. MDRC также может предоставить аналитические материалы, чтобы помочь педагогам решить, что делать дальше - как лучше вмешаться и для кого.

Успехи недавнего применения искусственного интеллекта (ИИ) для выполнения сложных задач в здравоохранении, на финансовых рынках, в производстве и транспортной логистике были хорошо освещены в научной литературе и популярных средствах массовой информации. Растущая доступность больших массивов цифровых данных, усовершенствованные статистические методы, достижения в алгоритмах машинного обучения и аппаратных средствах обработки данных в сочетании с крупными корпоративными инвестициями привели к резкому росту в распознавании речи, изображений и объектов. В свою очередь, эти достижения обеспечили трансформационный прогресс в технологиях, влияющих на повседневную жизнь; к таким достижениям относятся возможности автономного вождения, интеллектуальные виртуальные помощники (например, Siri от Apple, Alexa от Amazon, Google Assistant), диагностика медицинских изображений, перевод текста в текст и приложения для преобразования речи в текст.<sup>1</sup> Для сравнения, влияние приложений ИИ в сфере образования, которые впервые появились почти четыре десятилетия назад, было ограниченным. Однако все чаще разработчики продуктов, исследователи ИИ, консультанты по образовательным технологиям и венчурные капиталисты обращают свое внимание на образование и рассуждают о том, как передовые методы ИИ, такие как «глубокое» машинное обучение, могут кардинально изменить будущее образования от детского сада до 12 класса (K-12), включая обучение в классе, роль учителя и то, как учащиеся учатся<sup>2</sup>.

Хотя различные сторонники ИИ в настоящее время рассказывают о множестве новых приложений для образования K-12, пока еще мало доказательств, подтверждающих полезность этих приложений для районов, школ и учителей. В свете этого пробела в фактических данных в данной работе я выделяю несколько существующих приложений ИИ, которые показали перспективность в помощи учителям в решении важных задач в классе и которые могут указать путь к тому, как можно использовать достижения в области ИИ, чтобы обеспечить ценность для учителей путем расширения их возможностей.<sup>3</sup> В дополнение к освещению перспектив этих технологий, я обсуждаю некоторые ключевые технические проблемы, которые необходимо решить, чтобы полностью реализовать потенциал ИИ для поддержки учителей.

Сфера применения данной статьи ограничивается приложениями ИИ, разработанными для решения одной из трех основных задач преподавания: (1) обеспечение дифференцированного обучения и обратной связи в классах со смешанными способностями, (2) предоставление учащимся своевременной обратной связи по их письменным работам или (3) выявление учащихся, которые могут испытывать трудности в обучении и продвижении к окончанию школы. В каждом случае я обсуждаю аспекты задачи, которые делают ее особенно подходящей для решения на основе ИИ, и условия, необходимые для применения передовых приложений ИИ с машинным обучением.

Термин «искусственный интеллект» относится к применению программных алгоритмов и методик, которые позволяют компьютерам и машинам имитировать человеческое восприятие и процессы принятия решений для успешного выполнения задач. ИИ применяется для решения простых задач, таких как отправка автоматических телефонных звонков и текстовых сообщений из банков при появлении необычной операции на чьем-либо счете, и более сложных задач, например, позволяющих автомобилю с усовершенствованными системами помощи водителю автоматически оставаться в своей полосе и сохранять безопасное расстояние до автомобиля, находящегося непосредственно перед ним. Системы получают данные, относящиеся к задаче, обычно от датчиков в окружающей среде или из предварительно заполненной базы данных; обрабатывают данные с помощью статистических алгоритмов системы; генерируют прогноз или решение; а затем, в некоторых приложениях, преобразуют этот прогноз в рекомендацию для пользователя или действие для машины (например, автомобиля или робота). В настоящее время приложения на основе ИИ используются для классификации и распознавания изображений в Интернете, создания оригинального медиаконтента, включая музыку и новостные статьи, а также для прогнозирования вероятности результатов, таких как погода на следующей неделе, эмоциональное состояние клиента, вероятность того, что конкретный студент закончит колледж вовремя, и следующий фильм, который человек захочет взять напрокат в Netflix.

Современные приложения ИИ, используемые в образовании, а также в других областях, являются примерами того, что в сообществе ИИ называют узким или слабым ИИ. Этот термин относится к приложениям ИИ, которые используют программный код (или алгоритмы) для выполнения одной конкретной функции, например чат-бот отвечает на вопрос клиента или автомобиль без водителя отличает знак «стоп» от знака «уступи дорогу».



Кроме того, к узкому ИИ относятся домашние виртуальные помощники, такие как Siri и Alexa, а также Watson от IBM, который является одним из самых сложных узких приложений ИИ и в настоящее время используется в различных коммерческих приложениях.

До тех пор, пока эти приложения используются в узком контексте, в котором они были разработаны для работы и обучения, их работа достаточно точна и надежна. Однако, когда приложения используются в новом или ином контексте, они могут стать склонными к ошибкам и иметь ограниченную полезность. Хорошим примером этого является неспособность большинства чат-ботов на базе ИИ, используемых в приложениях для обслуживания клиентов, отвечать на новые вопросы или команды пользователей. В таких случаях, когда пользователь задает вопрос или отдает устную или текстовую команду, которая выходит за рамки набора вопросов и команд, на которых было обучено приложение, приложение предпочитает соединить клиента с агентом по обслуживанию клиентов.

В отличие от узких приложений ИИ, сильный ИИ или приложения ИИ, демонстрирующие общий интеллект, считаются святым Граалем в области ИИ. Это теоретически возможные приложения, которые приближаются к когнитивным способностям человека, демонстрируют здоровое понимание того, как устроен мир, способны решать новые проблемы или выполнять новые задачи, а также могут обучаться, не имея или почти не имея предварительных данных или информации о текущей проблеме или контексте задачи. В настоящее время системы ИИ, демонстрирующие общий интеллект, все еще остаются стремлением сообщества ИИ. Остальная часть данной статьи посвящена успешным и перспективным применениям узкого ИИ в образовании для расширения возможностей преподавателей, подчеркивая как их преимущества для преподавания, так и существующие ограничения.

Существует две широкие категории узкого ИИ, которые до сих пор применялись в образовании. Первая категория включает в себя приложения, основанные на правилах, которые используются для работы адаптивных обучающих программных систем. Вторая категория включает в себя приложения, использующие машинное обучение, например, для автоматического оценивания письменных работ учащихся.

*Экспертные системы, основанные на правилах*

Исследования в области ИИ начались в 1950-х годах при финансировании, главным образом, со стороны Министерства обороны США. Одним из первых результатов этой работы стала разработка экспертных систем на основе правил (то есть систем, имитирующих способность человека-эксперта принимать решения) для поддержки принятия решений и планирования в военной сфере. Коммерческое применение экспертных систем началось в 1970-х годах, включая разработку компьютеров на заказ по спецификациям клиентов, диагностику технического обслуживания тяжелой техники и нефтебуровых работ, а также полевую поддержку сервисных техников и аналитики, оценивающие риск личного кредита. Двумя ключевыми компонентами экспертных систем являются база знаний (*коллекция закодированных экспертных знаний и опыта, необходимых для решения проблем в определенной области, часто в форме утверждений «если – то» или правил*) и механизм вывода (*программируемые правила принятия решений, которые применяются к входящим потокам данных о конкретном случае и дают рекомендации или решения, которые полностью объясняются правилами из базы экспертных знаний*). В большинстве приложений экспертные системы на основе правил поддерживают процессы принятия решений, которые хорошо изучены и из которых почти всегда можно вывести правила принятия решений. Создание и оценка этих экспертных систем требует обширного программирования, доступа к экспертным знаниям, а также надежных и точных измерений входных и выходных переменных, от которых зависит процесс принятия решений (*например, температура, процентные ставки, медицинские диагнозы*).

Интеллектуальные обучающие системы (ИОС) — это раннее применение экспертных систем на основе правил в образовании; первые ИОС появились в школах в начале 1980-х годов. Первоначальной целью исследований и разработок ранних ИОС была имитация учебного опыта и взаимодействия между учеником и человеком-наставником или тренером.<sup>10</sup> ИОС корректирует содержание, представленное каждому ученику, на основе текущего состояния знаний ученика в определенной области, например, в математике, и обеспечивает необходимый уровень поддержки и обратной связи, чтобы ученик мог учиться и продвигаться в освоении материала. Благодаря персонализированному характеру среды обучения в рамках ИТС многие из этих систем используются в школах, чтобы помочь учителям адаптировать широкий спектр способностей учащихся в разнородных классах - известная проблема для многих учителей.

Некоторые приложения ИТС, например, используемые для организации онлайн-курса, предназначены для использования в качестве основного способа обучения, в то время как другие разработаны для интеграции в аудиторию под руководством преподавателя или для использования в качестве отдельного занятия в классе или домашнего задания. Общие черты многих приложений ИТС, доступных сегодня на рынке образования, включают освоение отдельных концепций и навыков (т.е., учащиеся должны продемонстрировать заранее определенный уровень понимания концепции, прежде чем переходить к следующей концепции в последовательности), самообучение, учебный контент, который адаптируется к уровню знаний отдельного учащегося, частая оценка знаний и понимания учащихся, непрерывный мониторинг прогресса учащихся по мере того, как они демонстрируют овладение отдельными концепциями и навыками в области содержания, и автоматизированная обратная связь, связанная с выполнением учащимися заданий. Многие из современных платформ адаптивного онлайн-обучения (например, ALEKS, MATHia, Dreambox Learning, STMath, Achieve3000) используют архитектуру ИТС на основе правил ИИ, хотя сложность и полнота различных моделей зависит от системы. Как и все экспертные системы, ИТС требует доступа к экспертам и обширного программирования для представления знаний экспертной области и рассуждений в системе.

Типичная архитектура ИТС включает три взаимодействующие модели: модель домена, модель учащегося и модель наставничества или педагогическую модель. Модель домена (также известная как когнитивная или экспертная модель знаний) отражает все понятия и навыки, которые необходимо изучить в области (например, алгебра), и их взаимосвязи. Она также включает правильные шаги решения задач, которые даются учащимся для демонстрации их знаний и навыков в данной области. В настоящее время области содержания ограничены теми, где демонстрация знаний в области может быть сведена к успешному решению многоэтапных задач или заданий, требующих от учащихся изучения и применения набора правил или стратегий, определенных экспертами. К таким областям содержания относятся (1) чтение и математика в начальной и средней школе и (2) статистика, физика и информатика в высшем образовании, что делает их наиболее подходящими областями для применения подходов к обучению ИИ на основе правил.

Модель учащегося ITS использует ответы учащихся на проблемные задания и статистические модели обучения учащихся для оценки и

мониторинга текущего состояния знаний учащихся по концепциям и навыкам в данной области. Как правило, данные об обучении учащихся собираются на уровне подконцепций или микронавыков, связанных с отдельными этапами решения многоэтапной задачи, и система отмечает, ввел ли ученик правильный ответ на каждом шаге. Модель учащегося может также собирать данные о выполнении заданий, включая количество выполненных заданий, время, необходимое для их выполнения, и количество допущенных ошибок.

Затем модель репетитора получает данные от моделей домена и ученика, чтобы определить, как взаимодействовать с учеником для улучшения его работы, основываясь на том, какие элементы знаний ученик усвоил или не усвоил, и какая обратная связь или дополнительные инструкции нужны ученику после неправильного ответа на конкретную задачу или шаг задачи или использования неправильной стратегии. Уровень, тип, специфика и время обратной связи, предоставляемой моделью тьютора, определяются разработчиком и варьируются в зависимости от системы. Некоторые системы предоставляют обратную связь сразу после правильности ответа ученика на каждом шаге, в то время как другие предоставляют обратную связь только после того, как ученик выполнит все шаги задания. Некоторые системы также предоставляют обратную связь с учетом ошибок, чтобы помочь ученику извлечь уроки из ошибки, автоматические подсказки после одного или нескольких неправильных ответов на определенном шаге задачи или подсказки только по просьбе ученика.

Когда учащиеся пытаются, но не демонстрируют освоение концепции, система обычно предоставляет дополнительные возможности для этого в виде новой проблемы или задачи. В зависимости от ИТС, перед тем как предоставить дополнительные возможности, система может провести корректирующее обучение, попросить учащегося просмотреть инструкцию по необходимым понятиям и навыкам или предоставить пример того, как эксперт решил бы эту проблему. Как только после того, как концепция освоена, модель тьютора позволяет учащемуся перейти к следующему элементу знаний в карте концепций модели домена, обычно с возрастающей сложностью. Хотя это общие возможности ИТС, степень присутствия этих функций в каждой ИТС зависит от конкретной системы.

*Исследования эффективности интеллектуальных обучающих систем*

Обзор исследований эффективности различных ИТС, проведенный в 2014 году, показал, что эти системы могут быть относительно эффективными источниками преподавания в классе и поддержки обучения студентов по темам, которые поддаются архитектуре ИИ, основанной на правилах. В мета-анализе рассматривались исследования, начиная с 1997 года, и охватывали ряд областей содержания в К-12 и высшем образовании - в основном математику, физику, информатику, язык и грамотность. Авторы обнаружили, что при сравнении результатов стандартизированных или разработанных исследователями тестов, обучение на основе ИТС (1) дало более высокие результаты, чем традиционные форматы обучения под руководством преподавателя и онлайн обучение без ИТС, и (2) обучение на основе ИТС дало более высокие результаты, чем традиционные форматы обучения под руководством преподавателя и онлайн обучение без ИТС. (2) результаты обучения были схожи с результатами индивидуального репетиторства и обучения в малых группах. В целом, эти результаты были одинаковыми для всех классов (от начального до высшего образования), областей содержания и качества исследования (например, рандомизированные контролируемые испытания и квазиэксперименты).

#### *Ограничения интеллектуальных обучающих систем в образовании*

Существует несколько важных ограничений для использования ИТС в образовании. Как упоминалось ранее, целевая предметная область должна быть пригодна для архитектуры ИИ, основанной на правилах. В результате, предметные области, на которые ориентировались разработчики ИТС, в основном ограничивались математикой, грамотностью, физическими науками и информатикой. Кроме того, в рамках предметной области ИТС лучше всего подходят для поддержки изучения тех аспектов содержания, которые подходят для подходов, основанных на правилах, включая факты, методы, операции, алгоритмы и процедурные навыки. Однако эти системы менее способны поддерживать обучение сложным, труднооцениваемым навыкам высшего порядка, таким как критическое мышление, эффективное общение, объяснение, аргументация, сотрудничество, самоменеджмент, социальная осведомленность и профессиональная этика, которые все больше подчеркиваются в государственных образовательных стандартах и ценятся работодателями.

Самообучаемость и мастерство обучения, присущие большинству ИТС, которые позволяют использовать такую систему для разных учеников и способностей, могут также создавать проблемы для учителей, которые хотят

интегрировать обучение с помощью ИТС в классную деятельность, являющуюся частью более широкой последовательной учебной программы. В классе, где учатся ученики с разными компетенциями в определенной предметной области, ученики будут продвигаться по содержанию ИТС с разной скоростью. Это может затруднить для учителей согласование содержания ИТС и обучения с групповым обучением под руководством учителя. Хотя некоторые приложения ИТС разработаны по модульному принципу и позволяют учителям назначать ученикам отдельные блоки содержания ИТС, которые соответствуют их ежедневным урокам, другие приложения являются закрытыми системами и не имеют такой возможности. В результате учителя часто сводят обучение с использованием ИТС к самостоятельному обучению, когда учащиеся используют ИТС для коррекции собственных навыков, ознакомления с продвинутыми темами или выполнения домашнего задания. Наконец, для того чтобы убедиться, что все учащиеся добиваются достаточного прогресса в учебной среде ИТС, требуется тщательный контроль со стороны учителя. Хотя все системы обеспечивают определенный уровень автоматизированной обратной связи и поддержки учащихся и пытаются адаптировать содержание для удовлетворения потребностей отдельных учащихся, уровень автоматизированной поддержки, предоставляемой системами, может быть недостаточным для поддержки обучения всех учащихся. Таким образом, администрация района и школы должна выделить время для того, чтобы учителя регулярно проверяли успеваемость учащихся в рамках ИТС, используя отчеты системы об успеваемости учащихся, чтобы выявить учащихся, которым трудно добиться прогресса, и вмешаться до того, как эти учащиеся испытают разочарование, потеряют инициативу и перестанут заниматься.

*Машинное обучение.* В отличие от детерминированных экспертных систем, основанных на правилах, машинное обучение - это технический подход к ИИ, который использует статистические алгоритмы для построения (или обучения) модели прогнозирования путем обработки большого количества многомерных данных, связанных с явлениями интер-эст.<sup>17</sup> Вместо того, чтобы человек программировал набор экспертных правил в системе, система обнаруживает закономерности между переменными предикторами, или характеристиками, с одной стороны, и выходной переменной, с другой. Например, подход машинного обучения может быть использован для выявления взаимосвязи между характеристиками учащихся в младшем школьном возрасте (*например, посещаемостью школы, ранними результатами тестов, которые считаются предикторными переменными,*

*или входными характеристиками системы*) и последующим своевременным окончанием средней школы, выходной переменной. Таким образом, система может узнать, есть ли ранние признаки того, что ученик может бросить школу в будущем, и тогда педагоги могут попытаться вмешаться. Подобная система раннего предупреждения описана далее в этой статье.

В машинном обучении цель состоит в том, чтобы создать модель, которая может точно предсказать результат для набора входных данных, с которыми приложение раньше не сталкивалось. Применение подходов машинного обучения наиболее подходит для задач, которые имеют сложные решения; зависят от множества различных факторов; и, в отличие от методов ИИ, основанных на правилах, не могут быть решены простым вычислением или кодированием заранее определенных правил.

Хотя коммерческое применение технологий машинного обучения впервые появилось в 1990-х годах, последние достижения в скорости обработки аппаратных средств и доступ к большим хранилищам цифровых данных, генерируемых различными источниками, включая поисковые системы Интернета, веб-сайты социальных сетей, платформы онлайн-покупок, цифровые медицинские записи и приборы, ускорили применение во многих областях. Для создания статистической модели, которая может надежно предсказывать результаты (например, наличие опухоли на рентгеновском снимке), необходим доступ к существующим наборам данных для обучения системы и независимой проверки (или подтверждения достоверности) точности предсказанных результатов. Этот процесс обучения и проверки называется контролируемым обучением. Большинство современных коммерческих приложений ИИ, использующих машинное обучение, используют модель контролируемого обучения.

Набор обучающих данных должен быть достаточно большим, чтобы система могла использовать часть данных для построения модели прогнозирования, а затем использовать независимую часть данных для оценки точности прогнозов модели по сравнению с фактическими результатами. Затем разработчики используют эту информацию для оптимизации или настройки модели с целью повышения ее точности. В зависимости от сложности решаемой задачи и требований используемых статистических алгоритмов, приложениям машинного обучения, требующим высокой точности прогнозирования, может потребоваться доступ к тысячам или миллионам записей данных, связанных с конкретной задачей, чтобы обучить систему до приемлемого уровня производительности. Требованиям к

обучающему набору является то, что данные, связанные с входными характеристиками модели (например, тип режима лечения и диета) и желаемой целевой выходной переменной (например, выздоровел ли пациент от болезни), должны быть точно измерены и правильно обозначены.<sup>18</sup> В некоторых случаях для создания обучающего набора данных может потребоваться маркировка данных вручную, что является очень трудоемкой задачей, или же, в зависимости от задачи, можно написать программу для определения и автоматической маркировки признаков в наборе данных.<sup>19</sup> Процесс обучения также предполагает стабильность во времени взаимосвязи между входными признаками и выходными переменными. Если взаимосвязь меняется и приводит к тому, что прогнозы или рекомендации перестают быть точными или актуальными (например, когда меняется оценка, используемая для сбора данных о навыках учащихся, или система применяется к другому типу учащихся), модель необходимо переобучить и протестировать на обновленном наборе данных. В отличие от человека, приложение машинного обучения не обладает здравым смыслом и, следовательно, не имеет встроенной способности определить, когда его модели прогнозирования могут перестать быть актуальными для задачи, для выполнения которой оно было разработано.

Методы машинного обучения способны эффективно обрабатывать и распознавать сложные закономерности в больших наборах данных с тысячами входных признаков. Одним из наиболее эффективных и точных типов машинного обучения является глубокое обучение. Идея, изначально задуманная в 1940-х годах, вычислительные модели глубокого обучения используют искусственные нейронные сети, которые представляют собой взаимосвязанные слои алгоритмов, чтобы слабо имитировать возможности человеческого мозга и распознавать сложные закономерности в больших многомерных наборах данных. Каждый слой состоит из узлов обработки, которые связаны с узлами в соседних слоях выше и ниже. Каждый узел внутри слоя отвечает за выполнение одного и того же относительно простого вычисления, применяя веса к строке входящих переменных данных (например, возраст, почтовый индекс, доход) и производя один выходной сигнал, который затем становится входным сигналом для узлов в слое выше.

Каждый слой алгоритмов отвечает за уменьшение сложности данных для вышележащего слоя, пока, в конце концов, последний слой не выдает предсказанный системой результат (например, является ли заявитель кредитным риском). Обработывая огромное количество входных и выходных данных на этапе обучения, глубокая нейронная сеть учится на своих



ошибках, сравнивая прогнозируемый результат с известным фактическим результатом и внося небольшие коррективы в веса каждого слоя, чтобы минимизировать ошибку прогнозирования. Типичное приложение глубокого обучения требует больших вычислительных затрат, тысячи или миллионы примеров для обучения и значительных вычислительных мощностей. Приложения глубокого обучения, использующие контролируемое обучение, сделали возможным значительный рост производительности, о котором сообщалось в ряде областей, включая автономные транспортные средства, технологии распознавания изображений и голоса, а также автоматический перевод с языка на язык. Для многих стандартных задач распознавания изображений, голоса и текста системы глубокого обучения начинают превосходить производительность человека.

*Машинное обучение в образовании.* Двумя наиболее перспективными областями применения методов машинного обучения в образовании являются автоматизированные системы оценки студенческих эссе и системы раннего предупреждения, выявляющие студентов, испытывающих трудности в учебе и подверженных риску отсева и неуспеваемости.

*Автоматизированная оценка сочинений.* Автоматизированная оценка сочинений (AES) является одним из наиболее зрелых применений ИИ в образовании; первые коммерческие системы AES, включая Intellimetric, разработанную Vantage Learning, и e-rater engine, разработанную Educational Testing Service, появились на рынке в 1990-х годах. Чтение и оценивание письменных работ человеком отнимает много времени, поэтому многие учителя не хотят часто задавать письменные проекты объемом более нескольких абзацев. Кроме того, немногие учителя вне кафедры английского языка обучены оценивать письменные работы и предоставлять обратную связь ученикам, чтобы помочь им улучшить свои письменные работы. В то же время государственные стандарты знаний учащихся уделяют больше внимания письму и коммуникации, особенно в системе образования K-12; кроме того, на всех уровнях обучения стандартизированные оценки становятся все более интенсивными в плане письма. Одним из основных мотивов для разработки приложений AES была необходимость оценивать письменные работы студентов, включая задания и экзамены для больших лекционных курсов в колледже и вступительные экзамены, которые используются в процессе приема во многие высшие учебные заведения. В последнее время поставщики массовых открытых онлайн-курсов (или MOOC), включая EdX, Coursera и Udacity, интегрировали в свои платформы автоматизированные системы подсчета баллов для оценки письменных работ

тысяч студентов, которые могут быть зачислены на один курс. Хотя многие из первоначальных систем AES выдавали только общий целостный балл качества письменной работы, некоторые современные системы также предоставляют студентам базовую обратную связь, рекомендации и образцы письменных работ, чтобы помочь студентам улучшить и пересмотреть свои письменные работы. К таким системам относятся, например, онлайн-сервис оценки письменных работ Criterion Службы образовательного тестирования, помощник по редактированию Turnitin, Write to Learn компании Pearson, Grammarly и WriteLab компании Chegg. Тип и специфика обратной связи зависят от системы.

AES и системы анализа письменных работ студентов стали возможны благодаря области ИИ, известной как обработка естественного языка. В этой области применяются методы ИИ, включая машинное обучение, для анализа письменной речи. Алгоритмы обработки естественного языка, впервые разработанные в 1950-х годах, также делают возможными популярные приложения преобразования текста в речь, приложения перевода с языка на язык и, в сочетании с алгоритмами распознавания речи, виртуальные голосовые помощники, такие как Amazon Alexa и Apple Siri. Вместо того чтобы пытаться программировать конкретные правила языка, алгоритмы систем AES извлекают особенности текста и, используя супервизуальные данные, полученные в ходе обучения эссе, оцениваемых людьми, изучают модель взаимосвязи между особенностями и различными уровнями качества письма или баллами. В зависимости от системы AES и ее целей по выставлению баллов и предоставлению обратной связи, входные характеристики могут включать лингвистические и нелингвистические поверхностные характеристики (например, типы и общее количество грамматических ошибок, количество слов, средняя длина слова), качества на уровне предложения (например, использование пассивного залога, ненужные слова, использование конкретных глаголов) и качества на уровне эссе (например, связность, стиль, организация). Некоторые системы AES предназначены для выставления целостных оценок, другие - для выставления оценок и обратной связи по отдельным аспектам письма, таким как грамматика, стиль и механика. Как правило, для обучения системы требуется от нескольких сотен до нескольких тысяч сочинений и сотни часов работы экспертов-читателей для аннотирования и оценки сочинений в обучающем наборе.

У систем AES есть свои критики, и исследования показали, что некоторые системы AES можно обмануть, чтобы получить высокие баллы,

используя бессмысленное письмо (также известное как аверсивный ввод), что вызывает опасения по поводу их использования в ситуациях тестирования с высокими ставками. Тем не менее, многие из этих систем доказали, что они работают аналогично человеческим оценщикам при выполнении стандартных письменных заданий. Системы AES никогда не заменят качество обратной связи, которую может предоставить хороший учитель письма, у которого есть время для тщательной и продуманной критики письма ученика. Но AES может сделать возможным для многих учителей давать учащимся более длительные письменные задания с уверенностью в том, что они будут оценены и что учащиеся получат своевременную обратную связь, в первую очередь по стилю и правилам письма - то, что может оказаться невозможным без AES.

*Системы раннего предупреждения.* Использование школьными округами и администраторами данных о посещаемости, поведении и успеваемости учащихся для выявления учеников, которым грозит отсев и неуспеваемость, получило широкое распространение в последнее десятилетие. В отчете за 2016 год, основанном на результатах опроса Министерства образования США, говорится, что чуть более половины государственных средних школ США внедрили такие системы раннего предупреждения. Системы раннего предупреждения получили еще более широкое распространение в высшем образовании: В 2014 году одно исследование показало, что, по оценкам, 90 процентов четырехгодичных учебных заведений имеют ту или иную систему. Исторически сложилось так, что большинство систем раннего предупреждения, являясь приложением предиктивной аналитики, использовали довольно простые, основанные на правилах модели прогнозирования, отслеживая один или несколько ключевых показателей, которые были определены в исследовательской литературе как важные индикаторы того, что студенты отклоняются от курса и бросают учебу (например, количество пропусков, уровень сдачи экзаменов, количество дисциплинарных взысканий, совокупный средний балл, набранные кредиты). Консорциум по школьным исследованиям Чикагского университета был одним из первых пионеров в определении и использовании показателей «на траектории» для окончания средней школы в государственных школах Чикаго. Обычно, когда показатели достигают определенного порога или падают ниже него, система отмечает ученика, и кто-то из учебного заведения может последовать за ним с индивидуальной поддержкой или другим вмешательством.

Хотя эти простые системы предупреждения могут быть весьма эффективными в некоторых ситуациях, возможность неправильной классификации учащихся может иметь важные негативные последствия для учащихся, учителей и администраторов. В результате некоторые образовательные системы начали изучать возможности использования машинного обучения для использования огромных объемов продольных данных в информационных системах учащихся с целью разработки вероятностных моделей для выявления учащихся группы риска на ранних этапах их школьной карьеры и повышения точности систем предупреждения. Такие системы обучаются на цифровых архивах данных и повышают точность систем предупреждения. Системы обучаются на цифровых данных, архивированных округами или высшими учебными заведениями по предыдущим когортам учащихся, что позволяет алгоритмам машинного обучения определить наиболее значимые показатели и их вес в модели. Затем алгоритмам машинного обучения предоставляются данные о текущей когорте учащихся для получения вероятностного показателя для каждого учащегося - как правило, вероятности отсева из школы до окончания обучения. Предварительные исследования показали, что, по крайней мере, в одном случае системы раннего предупреждения академических проблем на основе машинного обучения могут повысить точность прогнозирования, предлагаемую существующими системами, основанными на правилах.<sup>33</sup> Исследователи использовали методы машинного обучения для разработки системы индикаторов раннего предупреждения для прогнозирования учащихся, которые рискуют не закончить среднюю школу вовремя, поскольку они либо бросят учебу, либо им потребуется более четырех лет для получения диплома. Исследовательская группа обучила модель на продольных данных (6-12 классы) 11 000 учащихся крупного школьного округа США. Чтобы проверить относительную точность прогнозов системы, авторы сравнили точность прогнозов системы машинного обучения и существующей в округе системы, основанной на правилах, для учащихся с самым высоким риском не закончить школу вовремя (10 процентов с самыми высокими баллами риска). Для 10-12 классов точность системы машинного обучения была почти в два раза выше, чем у системы, основанной на правилах. Например, для учащихся 10 класса 75% учащихся с самыми высокими баллами риска, оцененными моделью машинного обучения, не окончили школу вовремя, по сравнению с 38% учащихся, определенных системой, основанной на правилах.

## *Проблемы и риски, связанные с подходами машинного обучения*

Существует несколько потенциальных проблем и рисков, связанных с использованием подходов машинного обучения для разработки решений для классной комнаты. В этом разделе я описываю три из них: доступ к соответствующим данным для обучения моделей, предвзятость моделей, вносимая с помощью наборов обучающих данных, и отсутствие прозрачности в том, как работают модели. Общественная озабоченность относительно предвзятости и прозрачности моделей особенно актуальна для приложений машинного обучения, разработанных для поддержки принятия решений в условиях, которые могут иметь реальные последствия для жизни и средств к существованию людей, включая студентов.

*Доступ к данным о преподавании и обучении.* Большинство разработчиков, заинтересованных в применении технологий машинного обучения для разработки интеллектуальных, адаптивных учебных продуктов для класса, не имеют доступа к большим наборам цифровых данных, необходимых для обучения моделей. Эти наборы данных должны включать высококачественные показатели соответствующих переменных преподавания и обучения для целевой группы школ и учащихся, на которых рассчитано приложение. Как и во всех областях, в которых предлагаются подходы машинного обучения, типы приложений машинного обучения, которыми будут заниматься разработчики, будут ограничены типами наборов данных, к которым они имеют доступ или могут точно смоделировать. Хотя информационные системы для учащихся большинства крупных школьных округов и высших учебных заведений содержат значительный объем цифровых данных о семейных характеристиках учащихся, изучаемых предметах, учителях, оценках по окончании курса, дисциплинарных взысканиях и обращениях в специальные учебные заведения, а также стандартизированных оценках успеваемости, они все же были оптимизированы.

После ряда широко разрекламированных случаев утечки данных в нескольких крупных корпорациях, которые привели к раскрытию личной информации миллионов потребителей, Европейский союз (в соответствии с Общим регламентом по защите данных 2016 года) и штат Калифорния (в соответствии с Законом о конфиденциальности потребителей Калифорнии, который вступит в силу 1 января 2020 года) приняли нормативные акты, формализующие права потребителей на цифровые данные.<sup>34</sup> Текущие последствия этих нормативных актов для индустрии образовательных

технологий и разработки приложений ИИ для образования еще предстоит определить.

Однако эти нормы, в сочетании с растущей осведомленностью и озабоченностью общественности по поводу защиты и использования данных учащихся, собираемых учебными заведениями и компаниями, занимающимися образовательными технологиями, вероятно, затруднят разработчикам доступ к данным, необходимым для обучения моделей машинного обучения для передовых обучающих систем.<sup>35</sup>

*Заученная предвзятость.* Несколько громких случаев расовой и гендерной предвзятости, связанной с решениями, принятыми алгоритмами машинного обучения, включая программу распознавания лиц, которые были непропорционально высокими (как правило, только по математике и чтению), эти системы не включают тонкую информацию о преподавании и обучении, которая необходима для обучения адаптивной системы обучения на основе машинного обучения. Такие данные обычно доступны только в существующих онлайн-платформах обучения, а доступ к этим метаданным ограничен кругом и поставщиком платформы.

Вопросы доступа к данным, вероятно, еще больше осложняются растущим международным движением по защите конфиденциальности потребительских данных и ограничению использования и защиты технологическими компаниями данных и информации, полученных пользователями, даже если эти данные являются анонимными и идентифицируют некоторых афроамериканских и латиноамериканских сенаторов США как осужденных преступников - выявили одно из наиболее важных потенциальных ограничений ИИ машинного обучения: статистические модели будут кодировать предубеждения, заложенные в обучающих данных. В целом, качество моделей прогнозирования, построенных с помощью подходов машинного обучения, зависит от качества данных, на которых эти модели обучаются, а также от предвзятости и компетентности людей, которые оценивают и корректируют модели на этапе обучения.

Предвзятость алгоритмов принятия решений может иметь серьезные последствия для людей, чья судьба может зависеть от результатов работы этих систем. Например, при решении вопроса о том, кого из соискателей принять на работу, определить тип лечения, который может быть более эффективным для конкретного больного раком, принять решение о

досрочном освобождении заключенного в системе уголовного правосудия и оценить, достоин ли претендент на кредит<sup>37</sup>.

Из трех образовательных приложений, рассмотренных в данной статье (ИТС, AES и системы раннего предупреждения), наиболее уязвимой для потенциальной предвзятости является система раннего предупреждения. Если определенные группы студентов перепредставлены или недопредставлены в наборе учебных данных или связаны с более высокой вероятностью отсева из-за структурных предубеждений или предрассудков в обществе, эти системы могут чрезмерно идентифицировать одну группу как нуждающуюся в академических и социальных услугах на основе индивидуальных поверхностных характеристик, таких как раса или пол. В таких случаях системы могут ошибочно классифицировать учащихся как нуждающихся в услугах, когда они в них не нуждаются (ложноположительные результаты), или как не нуждающихся в услугах, когда они в них нуждаются (ложноотрицательные результаты), что приводит к напрасной трате ресурсов и упущенным возможностям вмешаться в работу с отдельными учащимися и помочь им встать на путь исправления. Конечно, необходимо также учитывать предвзятость, которую вносят альтернативы: системы раннего предупреждения, которые не используют машинное обучение, а полагаются на чисто человеческое суждение, и простые системы, основанные на правилах. Эти системы имеют свои собственные погрешности и проблемы неправильной классификации. Одним из обещаний перехода к подходу машинного обучения является то, что модели прогнозирования будут более точными (меньше ложных положительных и отрицательных результатов), будут иметь меньшую погрешность и потенциально будут более экономически эффективными, чем альтернативные варианты, хотя в настоящее время нет достаточного количества надежных доказательств из исследований, сравнивающих альтернативные подходы, чтобы оценить обоснованность этого утверждения.

Исследователи ИИ в Microsoft, IBM и других компаниях изучают различные стратегии выявления и устранения предвзятости в приложениях машинного обучения. Как минимум, разработчикам необходимо убедиться в том, что их наборы для обучения представляют разнообразие целевой аудитории приложения. На примере систем раннего предупреждения это означает, что системы должны обучаться отдельно для каждого района на наборах данных, полученных из информационной системы учащихся каждого района. Кроме того, на этапе обучения системы первоначальные

модели должны быть тщательно проанализированы на предмет потенциальной погрешности и при необходимости скорректированы.

### *Прозрачность и проблема доверия*

Проблемы предвзятости моделей и неправильной классификации, связанные с приложениями машинного обучения, и особенно с нейронными сетями глубокого обучения, усугубляются невозможностью объяснить, почему приложение машинного обучения сделало тот или иной прогноз. Это имеет важные последствия для использования этих приложений во многих областях, включая образование. Без понимания того, как модель пришла к тому или иному решению, трудно определить источник любых предубеждений и неточностей и затем исправить их. Кроме того, пользователям трудно доверять выводам системы, особенно когда предсказание или рекомендация противоречат интуиции. Например, если система раннего предупреждения дает ученику оценку вероятности отсева, которая не согласуется с убеждениями администратора или учителя, основанными на их личных знаниях об ученике, и при этом отсутствует информация, объясняющая, как система пришла к такому прогнозу, это может легко вызвать недоверие педагогов. Важность этой проблемы была признана многими специалистами в данной области. Исследователи по всему миру, включая Google и Агентство перспективных оборонных исследовательских проектов, активно разрабатывают стратегии, известные как объясняемый ИИ, чтобы помочь повысить прозрачность моделей принятия решений и при этом найти правильный баланс между прозрачностью и эффективностью системы.

Жизнь учителя требует больших усилий, особенно в школах с ограниченными ресурсами, с большими классами и разнородными способностями учащихся. В этой статье я обобщаю наиболее перспективные на сегодняшний день приложения ИИ, которые помогают учителям, а не заменяют их, помогая им более эффективно поддерживать обучение учеников. В статье рассматриваются три вида приложений на основе ИИ - интеллектуальные системы репетиторства, автоматизированная оценка эссе и системы раннего предупреждения - которые могут быть использованы для поддержки учителей и преподавания, а также связанные с ними методы ИИ и их ограничения.

В настоящее время существует много программ искусственного интеллекта (ИИ), помогающие в образовании, благодаря которым студенты, школьники и учителя получают огромную пользу. Огромным



преимуществом является то, что образовательная платформа адаптируется в соответствии с потребностями студентов. Система разработки программного обеспечения ИИ помогает ученым работать над своими слабостями. В ходе процесса программа обнаруживает, где у ученика возникают трудности, и отправляет необходимые материалы для улучшения навыков. Адаптивное обучение использует базовый алгоритм искусственного интеллекта. Кроме того, образование в любое удобное время несомненно является огромным плюсом для обучающегося. Сейчас уже известны такие программы, основанные на ИИ. Рассмотрим их.

*Автоматическая оценка.* Специализированная компьютерная программа, основанная на искусственном интеллекте, которая имитирует поведение учителя, предоставляющего оценки за эссе, написанные в образовательной среде. Она может оценивать знания студентов, анализировать их ответы, давать обратную связь и составлять индивидуальные планы обучения.

*Промежуточный интервал обучения.* Данная программа перепроверяет те знания, которые вы, возможно, уже забыли. Суть его заключается в том, что ИИ отслеживает что и когда вы изучили. Благодаря этому оно способно выяснить ту информацию, что скорее всего вы могли забыть и рекомендовать повторить ее.

*Обратная связь для учителей.* На протяжении многих лет учителя оценивали друг друга, однако сейчас это делается уже не с помощью бумажных носителей, а все чаще используются чат бот с ИИ. Они способны собирать мнения через диалоговый интерфейс, как настоящий интервьюер. Кроме того, данная программа умеет выяснять причины того или иного мнения.

*Виртуальные помощники.* На данный момент уже существуют помощники для преподавателей, которые способны отвечать точно и быстро на запросы студентов, благодаря встроенным в них компьютерам с ИИ.

*Персонализированное обучение.* Персонализированное обучение относится к разнообразным образовательным программам, в которых темп обучения и учебный подход оптимизированы для потребностей каждого учащегося. Опыт учитывает предпочтения в обучении и конкретные интересы разных учащихся. Искусственный интеллект без проблем подберет нужный темп для обучающегося, чтобы тот мог лучше усвоить программу.

*Адаптивное обучение.* Оно предполагает, что ИИ способен отслеживать прогресс каждого ученика и либо корректировать курс, либо информировать учителя о материале, который конкретному ученику трудно понять.

*Proctoring.* Дистанционное обучение обычно предполагает проведение дистанционных экзаменов. Однако необходимо проследить, чтобы студент написал данный ему экзамен самостоятельно. Для этого на помощь приходят системы защиты на базе ИИ. Proctoring или Proctored Test — это механизм, обеспечивающий подлинность тестируемого и предотвращающий его / ее обман через проктора, который присутствует во время теста.

*Накопление данных и персонализация.* Уже сейчас ИИ способен предлагать ближайшие кафе по интересам в зависимости от геолокации человека. Та же технология может быть применена, когда мы обучаемся, основанная на примерах только из той сферы, которая нас интересует.

Прогресс в области ИИ и машинного обучения впечатляет, но это далеко не предел возможностей. Существует огромное количество хороших идей, которые ИИ может реализовать. В целом, ИИ может значительно улучшить системы образования за счет его способности оптимизировать многие части работы учителя и автоматизировать другие части, в итоге давая им все больше и больше времени, чтобы тратить его на своих учеников.

Личностные качества каждого индивидуальны, а соответственно, и степень усвоения материала разная. Создание и применение интеллектуальной адаптивной платформы позволит решить проблемы, связанные с индивидуализацией процесса образования. Интеллектуальная составляющая данных систем основывается на технологиях: Big Data, Data Mining, Learning Analytics. Их применение в образовании создает свои положительные аспекты:

1) для обучающихся (использовать виртуального преподавателя для подбора материала, определять темп обучения (нагрузку), выбирать индивидуальную траекторию обучения, виртуально моделировать ситуацию);

2) для преподавателя (аргументировать те или иные нововведения (выводы), выстраивать индивидуальную последовательность учебного плана и связанные с ним учебные навыки для каждого учащегося, искать скрытые закономерности, эффективнее использовать элементы групповой работы,

грамотно выстраивать занятия, осуществлять прогноз успешности обучения и своевременное внесение изменения).

На сегодняшний день применение искусственного интеллекта входит и в сферу образования. Создаются первые системы на основе данных технологий в области прокторинга, когда машины используя алгоритмы распознавания лиц, отслеживают сдачу студентами контрольных тестов и заданий при сдаче их в электронной среде. Одним из направлений в области образования является использование технологий искусственного интеллекта в адаптивном обучении, использование которого позволяет определить возможности формирования для каждого отдельно взятого студента индивидуальной образовательной траектории.

С точки зрения информационного подхода, искусственный интеллект — это область информационных технологий, основная задача которой разработка интеллектуальных компьютерных систем, способных решать задачи, которые традиционно решались с помощью человеческого разума, например, понимание языка, рассуждения, решение проблем. На сегодняшний день различают несколько направлений в развитии технологий искусственного интеллекта:

нейронные сети - это математическая модель, а также ее аппаратная и программная реализация, построенная по образу и подобию биологических нейронных сетей;

экспертные системы - это компьютерные системы, способные на основе технологий баз знаний и соответствующих алгоритмов заменить человека эксперта в различных областях;

естественно-языковые системы — это автоматические информационные системы, в которых для общения с пользователем используется естественный язык;

нечеткие множества — это базовое понятие нечеткой логики, в которой вместо двух значений ноль и единица рассматривается весь диапазон;

эволюционные методы и генетические алгоритмы — это эвристические алгоритмы, использующиеся для задач оптимизации, в основе которых лежат механизмы аналогичные естественному отбору в природе;

системы извлечения знаний — это новые инновационные технологии извлечения и обработки больших объемов информации, полученные из глобальных компьютерных сетей.

Сфера образования является одним из перспективных направлений использования систем искусственного интеллекта. В рейтинге перспективных направлений, в которых за счет внедрения данных технологий можно получить наилучшие показатели увеличения факторной производительности, сфера образования входит в пятерку лидеров

На основе анализа большого объема информации система адаптивного обучения на основе технологий искусственного интеллекта способна обеспечить индивидуальную траекторию образования отдельного взятого студента по каждому предмету с учетом его возможностей и способностей.

Одним из основных направлений использования искусственного интеллекта в сфере образования являются возможности адаптивного обучения, позволяющего на основе трех базовых моделей: педагогической модели, модели обучаемого и модели предметной области, с использованием алгоритмов обработки знаний, предоставить адаптированный контент для каждого отдельно взятого студента, за счет обучения системы искусственного интеллекта на основе анализа и обработки больших объемов информации, что позволит выстроить индивидуализированную траекторию обучаемого на основе его способностей и возможностей как для изучения отдельно взятого предмета, так и для процесса формирования специалиста в той или иной области, тем самым отойти от усредненного подхода в обучении, который существует на сегодняшний день и не позволяет раскрыть все возможности обучаемого.

К важным понятиям, связанным с адаптивной технологией обучения, относят:

> адаптирующее образование - программы и курсы, ориентированные на формирование комплекса способностей, необходимых для того, чтобы индивид мог комфортно жить и эффективно действовать в новых для него социальных условиях;

> адаптивная образовательная среда- система, способная каждому обучающемуся помочь достичь оптимального уровня интеллектуального развития в соответствии с его природными задатками и способностями;

> адаптивная образовательная модель - модернизированная массовая общеобразовательная школа для учащихся со смешанными способностями.

В ряде публикаций под «электронным обучением» понимают адаптивное (индивидуализированное) обучение, реализованное на базе всестороннего применения мультимедиа и гипермедиа, удалённого доступа к распределённым образовательным ресурсам на основе веб-технологий, с автоматизированным контролем и анализом результатов обучения и широким использованием разнообразных сетевых средств взаимодействия обучающихся между собой и с преподавателем.

Под адаптивностью в обучении в современной научной трактовке понимают персонализацию процесса обучения на основе создания электронных курсов, учитывающих индивидуальные особенности обучаемых, в том числе психологические особенности, восприятие, уровень начальных знаний, а также индивидуальные цели и задачи обучения. Адаптация рассматривается так же, как адаптивное планирование (статическая адаптация) и адаптивное взаимодействие (динамическая адаптация). Адаптивное планирование в вузе на этапе подготовки индивидуализированного учебно-методического материала позволяет реализовать адаптацию, как в группе студентов, так и к отдельному студенту, обучающемуся по индивидуальному плану. В процессе информационного взаимодействия при динамической адаптации осуществляется как изменение содержания и способов представления учебно-методических материалов, так и всесторонняя настройка системы для конкретного студента.

В последние годы ускорились темпы цифровизации образования. Сегодня технические средства позволяют собирать подробную информацию не только о ходе учебного процесса, но и, например, об увлечениях и социальных действиях учащихся за пределами образовательного учреждения.

Для оптимизации процесса обучения, педагогу важно своевременно выявить необходимость в корректировке учебных методов для получения наилучшего результата. Инструментом для выполнения этой задачи служит анализ образовательных данных.

Анализа образовательных данных может применяться на различных уровнях управления образовательными учреждениями, что соответствует различным целевым запросам на извлечение новых данных, эффективное применение которых, служит для развития образования.

На уровне государственного и муниципального управления разрабатываются национальные проекты и государственные программы развития образования, в которых выделяют определенные индикаторы. Данные по таким индикаторам и показателям мониторингов системы образования, а также данные Национальной системы оценки качества и международных исследований качества образования будут являться объектом анализа.

На уровне управления образовательной организацией объектом анализа являются данные по показателям, отражающим развитие и управление образовательной организацией или управление образовательной платформой.

На уровне педагогов объектом анализа являются данные об учениках, не только об успеваемости или выборе профиля обучения, но и данные об их увлечениях, способах решения заданий, и трудностях

Одним из инструментов для наглядного представления анализируемых данных, является технология дашборд. Эта интерактивная информационная панель позволяет визуализировать, объяснить и анализировать данные.

В отличие, например, от отчетов, дашборды интерактивные и динамичные, данные в них обновляются автоматически, так же есть возможность использования фильтров и различных срезов.

Кроме того, такой инструмент позволяет:

- автоматизировать работу с данными;
- анализировать показатели в режиме реального времени;
- отображать все необходимые метрики на одном экране;
- легко считывать информацию и делать выводы.

Существуют различные программные средства для создания дашбордов. Самым распространенным средством для анализа и визуализации данных, в том числе образовательных, является программа MS Excel, имеющая ряд преимуществ перед другими аналитическими продуктами:

- основная программа автоматически установлена практически на все компьютеры с операционной системой Windows;
- основная программа и многие надстройки являются бесплатными;

□ сравнительно простой в изучении, знакомство с данной программой начинается со школы;

□ во многих сервисах есть возможности выгрузки данных именно в формате MS Excel.

Анализируя дашборд, можно определить на каком месте находится тот или иной обучающийся в рейтинге класса по успеваемости и своевременно принять меры для изменения методов преподавания для тех учащихся, которые находятся в зоне риска по неуспеваемости. По диаграммам можно проследить как менялась средняя оценка всех учащихся по четвертям и соотнести количество пропущенных занятий с теми, что были пропущены по уважительной причине. С помощью установленного фильтра можно просмотреть эти данные по каждому обучающимся отдельно, а также сравнить показатели по половой принадлежности. При внесении новых данных, диаграммы и рейтинг актуализируются.

Растущее внимание к измерению результатов обучения — это тенденция, отмеченная ранее в данном отчете, которая ускоряет внедрение технологий в К-12, причем аналитические технологии являются краеугольным камнем этой тенденции. Аналитические технологии — это разнообразные инструменты и приложения, которые превращают данные в действенную информацию. Данные — это валюта цифровой экономики, движущая информационную эпоху. В информационную эпоху поиск способов сбора, соединения, комбинирования и интерпретации информации о возможностях и прогрессе ученика имеет потенциал для развития персонализированного и адаптивного обучения. За последние 20 лет измерение успеваемости учащихся перешло от пассивных и латентных показателей, таких как оценки за семестр/четверть, продвижение по ступеням обучения и выпускные баллы, к интерактивным показателям в реальном времени, которые рекомендуют корректировки для удовлетворения потребностей учащихся и информируют учителей о решениях, касающихся учебных программ и педагогики. Понимание того, как использовать новые инструменты данных, и развитие аналитических навыков необходимы для продвижения использования больших данных в образовательных учреждениях.

Сегодня практически любое взаимодействие, осуществляемое через Интернет или посредством потребления товаров и услуг, отслеживается, хранится и целенаправленно используется. Это привело к появлению понятия больших данных - огромных объемов данных, отражающих

поведение и действия различных групп населения. По оценкам Gartner, глобальной и межотраслевой исследовательской и консультационной компании, рынок аналитики и бизнес-аналитики в этом году достигнет 18,3 миллиарда долларов, причем в ближайшем будущем прогнозируется значительный рост. Специалисты по работе с данными и платформы сбора данных теперь способны вычислительно упорядочить петабайты и эксабайты данных, чтобы их было легко анализировать и выявлять ранее не обнаруженные закономерности. Те же технологии, которые позволяют потребительским точкам, таким как Amazon и Netflix, персонализировать покупки, могут быть использованы для отслеживания деятельности, поведения, успеваемости и интересов студентов, чтобы рассказать историю об опыте отдельных учеников. Когда речь идет о понимании и содействии обучению студентов, аналитические технологии, применяемые в образовательных учреждениях, помогают учебным заведениям перейти от сценариев, основанных на богатых данных и бедных информацией, к сценариям, основанным на данных, ИИ и машинном обучении, исследованиях и богатой информации.

Технологии, позволяющие проводить аналитику, в основном не зависят от отрасли. Хотя типы данных, масштаб, цель и другие аспекты будут отличаться, аналитическая инфраструктура для учреждений K-12 будет выглядеть так же, как приложения для розничной торговли и коммерции, и в основном так же, как приложения для высшего образования. Примеры аналитических технологий включают системы управления базами данных, хранилища данных (*структурированные данные*) или озера данных (*неструктурированные данные*), инструменты отчетности бизнес-аналитики, программное обеспечение для визуализации, инструменты моделирования и прогнозной аналитики, а также функции анализа текста. Эти технологии обычно не являются инструментами или приложениями, которые отдельные преподаватели развертывают в своих классах; скорее, они встроены в архитектуру информационных технологий предприятия, администрируемую на школьном или районном уровне. Информационные системы для учащихся следующего поколения и системы управления обучением будут включать в себя аналитические панели в режиме реального времени с представлениями преподавателей и учащихся, а также административные и родительские представления. Эти представления дают представление о потребностях учащихся и управляют тем, что Gartner называет описательной (*что произошло*) и диагностической (*почему это произошло*) аналитикой.



Интеллектуальный анализ данных, ориентированный на учащихся из групп риска со стратегиями вмешательства, персонализированными и адаптивными программами обучения, и системами с гибкими путями к успеху, является примером более сложных приложений аналитических технологий — прогностической (*что произойдет*) и предписывающей (*как мы это сделаем*) аналитики. По мере того, как школы становятся более искусными в работе с большими данными и их интерпретации, они могут принимать более обоснованные решения, отражающие реальные потребности учащихся. Данные могут быть использованы для прогнозирования результатов учащихся, запуска вмешательств или адаптации учебной программы и даже предписания новых путей или стратегий для улучшения успеха учащихся. Использование возможностей аналитических технологий является ключом к достижению лучшей модели для оптимизированного обучения.

Аналитические технологии объединяют исторические, демографические, поведенческие, программные, перформансные, социальные и другие поддающиеся количественной оценке аспекты студентов. Существует даже программное обеспечение, которое фиксирует выражения лица студентов и генерирует обратную связь по вовлеченности студентов, чтобы помочь учителям понять, где студенты борются или где им нужно больше проблем. Когда разнообразные и разрозненные данные интегрируются в аналитическую панель мониторинга или систему оповещений, результатом является богатая и немедленная обратная связь; возможны персонализированные программы обучения, автоматизированное руководство и предложения по помощи или альтернативным путям. Используемые таким образом аналитические технологии меняют ожидания в отношении того, как учащиеся ориентируются в учебной программе и успешно поступают.

Международное общество технологий в образовании описывает эволюцию EdTech за последние 10 лет — от обучения использованию технологий до использования технологий для преобразования обучения. Обильное развитие технологий с применением приложений для преподавания и обучения может быть ошеломляющим для педагогов, многие из которых не были ни обучены, ни обучены преподавать с помощью технологий. Такие организации, как Learning Analytics Collaborative, помогают разобраться в практическом применении аналитики в образовании, объединяя глобальное сообщество образовательных визионеров, исследователей и специалистов по обработке и анализу данных для решения

таких проблем, как основанные на аналитике подходы к глубокому обучению, для решения проблем конфиденциальности данных и для информирования о практиках гуманизации машинного обучения и поддержки ИИ. Аналитические технологии могут трансформировать обучение, преобразуя данные об учениках в понятную, значимую и действенную информацию. Khan Academy является основным примером того, как аналитические технологии могут быть упакованы для создания адаптивного и информированного опыта обучения. Сайт постоянно оценивает прогресс учащихся, включая алгоритмы для адаптации содержания учебной программы для обучения для мастерства, прежде чем продвигать студентов на следующий уровень обучения. Эта адаптивная технология сочетается с мнением учителя, учащегося и родителя о прогрессе.

В дополнение к классным приложениям аналитики эти же технологии могут помочь студентам изучить варианты колледжа и будущего карьерного роста. Рассмотрим аналитику отношений, которая управляет онлайн-службами знакомств, и то, как эти же алгоритмы могут быть применены к старшеклассникам, изучающим соответствие их интересам, навыкам и опыту работы с возможными специальностями и потенциальными колледжами / университетами. LinkedIn начинает изучать использование больших данных и аналитики для предоставления индивидуальных рекомендаций по колледжам и карьерным путям. Аналитические технологии, развернутые в образовательных учреждениях, зарождаются по сравнению с аналитикой розничной торговли, потребителей и даже отношений. В других отраслях есть примеры успехов и неудач для лидеров образования, которые они должны учитывать при принятии решений о приоритетах аналитики и инвестициях. По мере развития аналитических технологий и развития талантов и инструментов в образовательных учреждениях школы корректируют то, как они поддерживают учителей, а учителя корректируют то, как они поддерживают учащихся.

#### *Аналитические технологии на практике*

В следующих ссылках приведены примеры используемых аналитических технологий, которые имеют прямое влияние на образовательные параметры K-12:

## *Модель больших данных AltSchool*

AltSchool<sup>7</sup> количественно оценивает деятельность, производительность и поведение учащихся и преобразует эти данные в информацию и действия, которые персонализируют индивидуальный опыт обучения. Эта образцовая лабораторная школа представляет собой партнерство между предпринимателями, преподавателями и инженерами, стремящимися сделать образование личным.

Основатель и генеральный директор AltSchool Макс Вентилла оставил свою предыдущую карьеру в Google в 2013 году. Он хотел работать в сфере образования и в 2014 году привлек 33 миллиона долларов венчурного капитала для запуска AltSchool. Компания создала серию микрошкол, ориентированных на персонализированное обучение, где дети участвуют в разработке проектов, над которыми они работают. Учащиеся и педагоги создают индивидуальные «плейлисты» задач и проектов для каждого школьника. Их прогресс транслируется родителям с помощью приложения портала. К 2016 году в Сан-Франциско, Пало-Альто и Бруклине было открыто шесть школ. В октябре 2016 года Академия Бертольда в Рестоне, Школа Грина в Уэст-Палм-Бич и Темпл Бет Шолом в Майами-Бич стали партнерами AltSchool.

### *Аналитика, стимулирующая интервенционная деятельность*

Государственные школы Хаттисберга (штат Миссисипи) и государственные школы Спокана (Штат Вашингтон) используют аналитические технологии для выявления тенденций «риска» и запуска тактики раннего вмешательства для лучшего удовлетворения потребностей учащихся.

### *Дэшборд академического прогресса Южной Каролины*

Некоммерческая организация Education Analytics<sup>8</sup> (EA) проводит исследования и разрабатывает строгие аналитические материалы, которые поддерживают практические решения и способствуют постоянному совершенствованию американского образования. Тем самым помогают принимать более эффективные решения в отношении политики и программ.

Так, в 2019 году EA начала работать с Департаментом образования Южной Каролины (SCDE) над совместной разработкой показателей роста на 2018–19 учебный год и последующие годы. Одной из самых насущных потребностей SCDE было предоставление более понятных и действенных

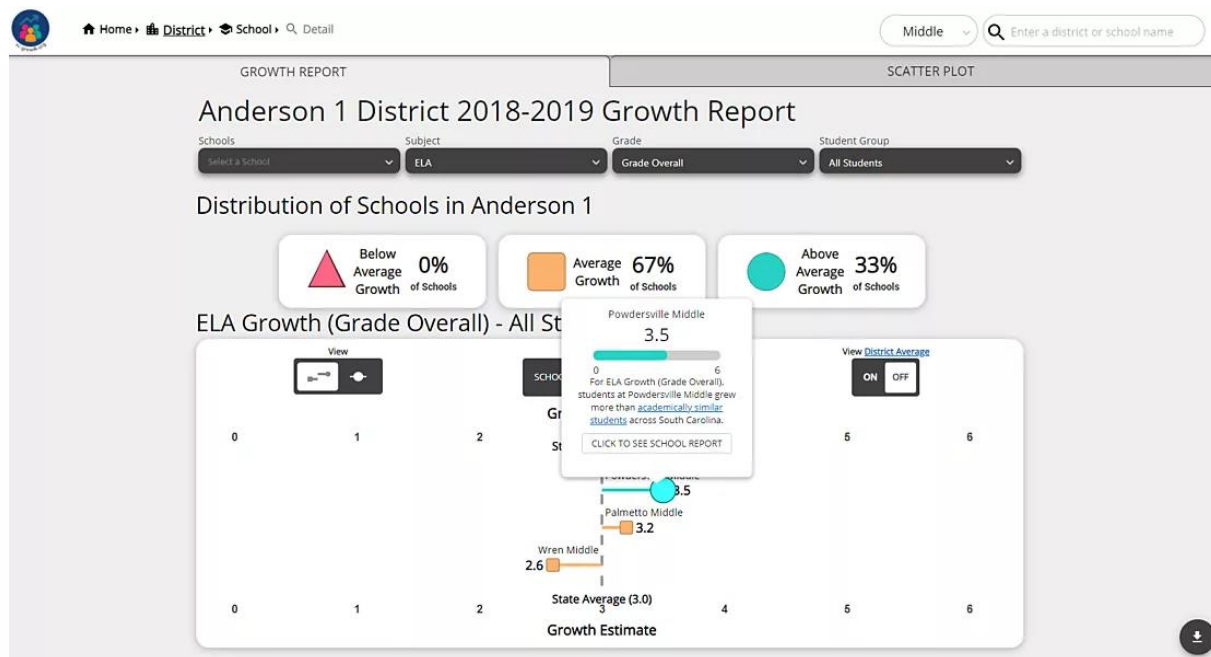
---

<sup>7</sup> <http://www.altschool.com/>

<sup>8</sup> <https://www.edanalytics.org/>

отчетов для различных заинтересованных сторон в сфере образования. После совместной работы по изучению имеющихся данных и разработке набора вариантов статистических моделей для использования, ЕА тесно сотрудничала с SCDE для создания как публичной, так и частной дэшборда для просмотра показателей роста по всему штату.

**Рисунок 1. Департамент образования Южной Каролины (SCDE) Инструментарий роста ELA**



Дэшборд академического прогресса Южной Каролины<sup>9</sup> отображает показатели школьного прогресса для каждого округа штата и позволяет пользователям фильтровать результаты по школам, предметам, классам и демографическим группам учащихся. Ознакомившись с конкретными классами в школах, пользователи могут просмотреть рост учеников в данной школе и то, как изменились результаты их успеваемости с течением времени. Частная панель доступна только для сотрудников и директоров школ округа.

После безопасного входа в систему эти пользователи могут просматривать дополнительную информацию, например данные на уровне класса и списки учеников.

<sup>9</sup> <https://sc-growth.org/>

## Рисунок 2. Департамент образования Южной Каролины Приборная панель общественного роста - представление школы



Для понимания потребностей SCDE, создания правильных показателей для удовлетворения этих потребностей и создания интерактивного и интуитивно понятного веб-сайта для отображения данных был применен процесс совместной разработки ЕА. Главным результатом этой работы стало применение подхода, ориентированного на пользователя, для успешного внедрения нового, общедоступного веб-сайта, на котором родители и другие лица могут просматривать данные на уровне района и школы.

Совместная разработка приборной панели началась с понимания идей и целей сайта партнера. Для разработки конкретных страниц и отображения данных ЕА провела серию интервью с родителями, учителями и директорами школ, чтобы лучше понять, что больше всего волнует эту аудиторию. ЕА разработала сайт на основе этих интервью и проверила подход с сотрудниками SCDE, чтобы обеспечить соответствие стратегии и видению штата. Затем ЕА создала сайт в соответствии с задуманным дизайном и провела очные тесты на удобство использования с родителями, учителями, сотрудниками округа и штата, чтобы обеспечить доступность содержимого приборной панели для целевых пользователей.

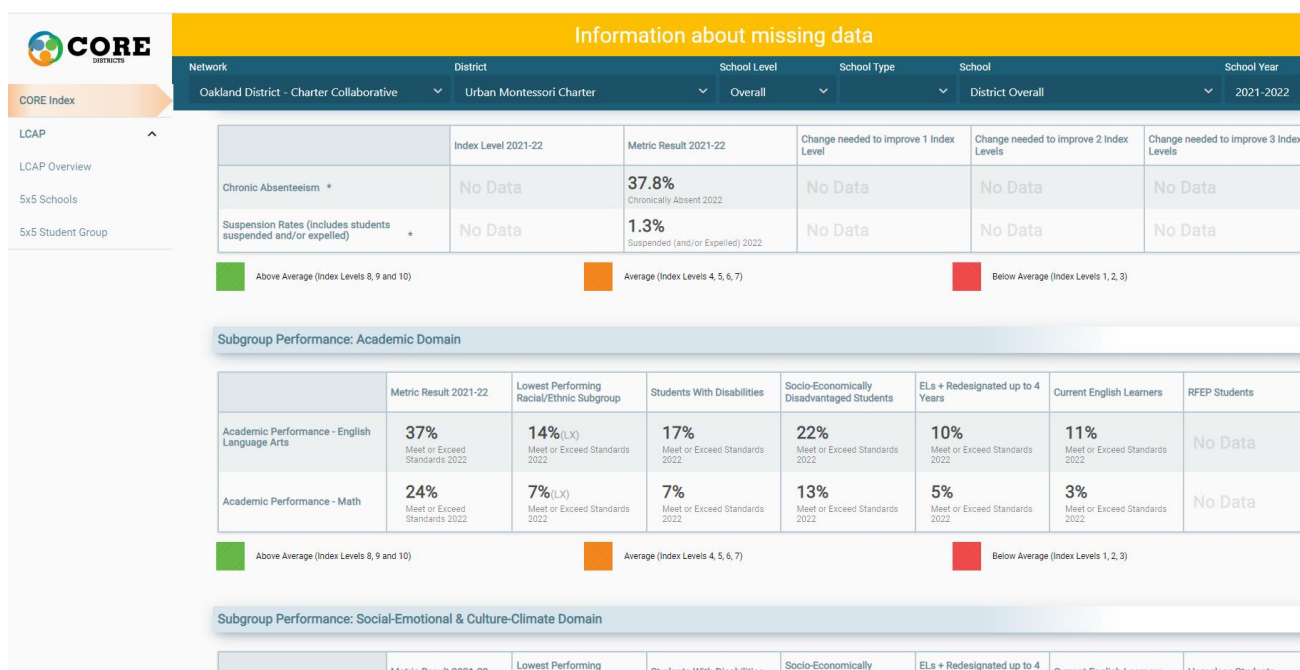
## Дэшборд округов CORE

Округа CORE были созданы в 2010 году, когда Лос-Анджелес, Лонг-Бич, Фресно, Гарден-Гроув, Санта-Ана, Сакраменто, Окленд и Сан-Франциско объединились со штатом Калифорния в беспрецедентной попытке получить федеральное финансирование в рамках программы Race to the Top.

Хотя заявка штата на грант была отклонена, сотрудничество округов привело к тому, что в итоге они стали единственными местными образовательными агентствами в стране, получившими федеральное разрешение на отказ от программы «Ни одного отстающего ребенка» (No Child Left Behind).

С 2013 по 2016 год в рамках этого исключения округа работали над повышением квалификации педагогов, создали общую систему данных; взяли на себя публичную ответственность за отчетность о школьном прогрессе по нескольким академическим и неакадемическим показателям<sup>10</sup>; выявляли и поддерживали школы, нуждающиеся в помощи; и делились успехами между округами. Постоянная работа по наращиванию потенциала педагогов, обмену данными и разработке сетевых стратегий, чтобы школы и районы могли учиться друг у друга, получила национальное признание.

Рисунок 3. Дэшборд округов CORE



<sup>10</sup> <https://dashboard.coredistricts.org/public/>

Данная система повышения качества школьного образования предоставляет педагогам полную картину успеваемости школ, демонстрируя данные, полученные на уровне штата и на местном уровне, в уникальной и инновационной форме.

Эта система шире, чем штатная панель данных о результатах тестов, количестве выпускников, хроническом прогуле, количестве отстраненных от занятий и данных об учащихся, изучающих английский язык. Она дает педагогам четкое представление о прогрессе, включая данные, полученные на местном уровне, об академическом росте учащихся, готовности к школе, социально-эмоциональных навыках учащихся и культурном климате в школах.

Разработанная педагогами и экспертами, работающими с округами CORE, система предлагает больше и лучше информации, чтобы помочь школам и учителям помочь ученикам учиться. Ключевые принципы включают:

*Информация как «Фонарь»:* Система данных множественных измерений разработана для того, чтобы помочь школьным сообществам определить сильные стороны, на которые можно опираться, и проблемы, которые необходимо решать. Поддержка и меры вмешательства направлены на укрепление потенциала школ путем взаимного обучения и совместных действий.

*От узкой направленности к целостному подходу:* Система данных содержит широкий спектр показателей, включая академические, социально-эмоциональные и культурно-климатические показатели.

*Сделать всех учащихся видимыми:* В основе системы данных лежит акцент на устранение неравенства и диспропорциональности. Результаты по любой группе учащихся, насчитывающей 20 и более человек, выделены.

*От неуспеваемости к успеваемости и росту:* Система данных включает в себя показатели индивидуального роста учащихся с течением времени на государственных экзаменах по английскому языку и математике.

#### *Education Visualization and Analytics Solution (EVAAS)*

Решение по визуализации и аналитике образования (EVAAS) предоставляет педагогам мощные инструменты для анализа практической деятельности и планирования будущих потребностей и целей учащихся. При использовании в сочетании с другой местной информацией педагоги могут действовать на опережение, делать обоснованный выбор методов обучения и

использовать ресурсы более стратегически, чтобы обеспечить каждому ученику наилучшие шансы на успех.

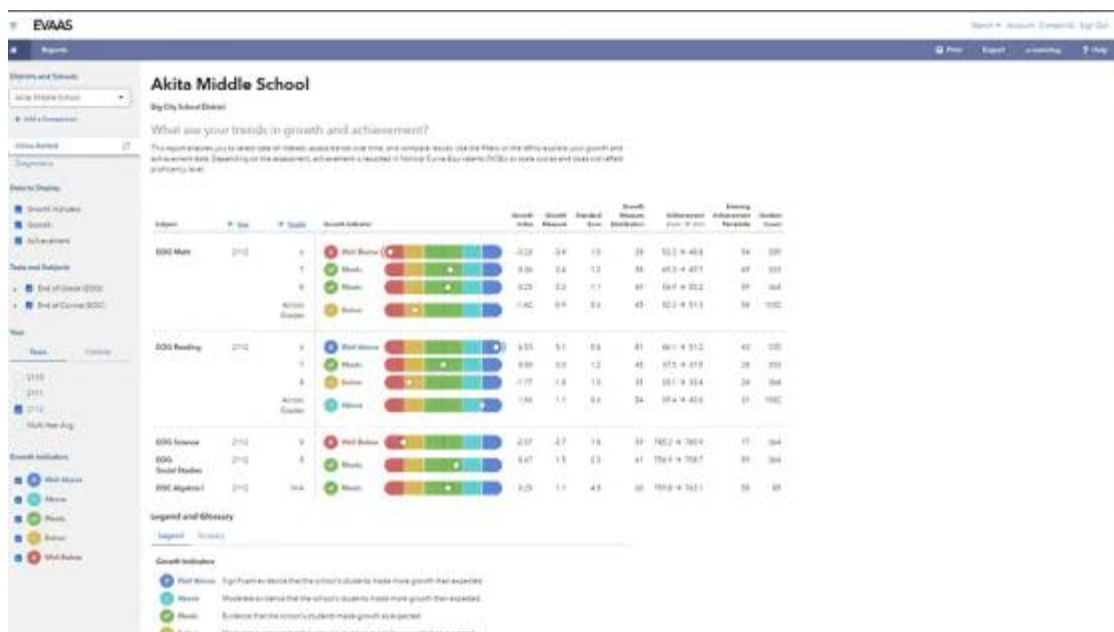
Педагогам:

- Понять академическую подготовку учащихся до того, как они попадут в класс.
- Принимать решения относительно учебной программы, поддержки учащихся и стратегий обучения для удовлетворения потребностей всех учащихся.
- Изучить закономерности академического роста, чтобы понять, что работает хорошо, а что, возможно, нуждается в корректировке.
- Отслеживать прогресс учащихся и дифференцировать обучение для всех учащихся.
- Определять учеников, которые могут получить долгосрочные планы и поддержку для достижения своих целей.
- Предоставлять на родительских собраниях объективную информацию об успеваемости учащихся.

Руководителям образовательных учреждений:

- Выступать за ресурсы, основываясь на пробелах в возможностях, результатах и потребностях учащихся.
- Оснастить практические сообщества инструментами, основанными на данных, для обмена образовательными знаниями между школами и районами.
- Поддерживать планирование профессионального развития на основе потребностей учителей.
- Выявлять сотрудников, которые могут занимать руководящие должности или быть наставниками других педагогов.
- Изучение результатов практики найма и поддержка поиска талантливых педагогов.
- Выявление тенденций в различных группах учащихся для разработки планов и стратегий совершенствования школы.
- Оценивать эффективность программ среди конкретных групп учащихся.
- Принимать решения о планировании и распределении учащихся на основе данных.





### Семьям:

- Сотрудничать с педагогами для определения образовательных маршрутов.
- Просмотреть прошлую академическую успеваемость своих учеников по нескольким оценкам, классам и предметам.
- Понять текущую траекторию движения учащихся к достижению будущих академических показателей.
- Определить области, в которых необходима индивидуальная поддержка, вмешательство или проблемы, чтобы помочь учащимся раскрыть свой потенциал.

*Школы штата Техас.* Их разделяет 270 миль, но школьные округа Лонгвью и Остина (штат Техас) разделяют стремление к повышению успеваемости учащихся. Вместо того чтобы сосредоточиться исключительно на показателях успеваемости на уровне школы, эти округа используют анализ добавленной стоимости для отслеживания прогресса отдельных учеников, а затем используют эту информацию для повышения эффективности образования.

Этот анализ помог Лонгвью настолько улучшить рост учащихся в одной из отстающих «приоритетных» школ, что школу удалось вывести из этой категории. В Остине администраторы измеряют академический рост учащихся и то, какие факторы на него влияют. Оба округа используют SAS® EVAAS® для Средних школ. В системе EVAAS учитывается рост каждого

ученика. Он рассматривает, как рос каждый ученик от одного года к другому, смотрит, выросли ли навыки ученика.

Этот подход привел к углубленному обсуждению в обоих школьных кругах вопроса о том, как лучше помочь отстающим ученикам, а также тем, кто легко сдает обязательные государственные тесты, но в остальном отстает в учебе. Это также помогло школьным властям распределить учителей по классам с учетом их сильных сторон и помочь учителям определить области, в которых они могли бы улучшить свою работу.

Лонгвью не ограничивается анализом только неуспевающих. Ребека Купер, директор по планированию, исследованиям и отчетности, говорит, что информация, полученная из данных о добавленной стоимости, помогла директорам лучше распределять учителей и учеников по классам, а учителям - понять, с какими группами учеников им, возможно, трудно работать.

«Я работала с одним учителем, который обучает одаренных и талантливых учеников», - говорит Купер. «Она не получала того роста, который, по ее мнению, должна была получить. Когда мы изучили данные, она поняла, что очень хорошо справляется со своими высокоуспевающими детьми, но не так хорошо с теми, кто находится в нижней части группы ГТ. Она решила поработать над тем, как она задает вопросы в классе, чтобы попытаться лучше вовлечь этих учеников с более низким уровнем развития».

Когда школьный округ изучил данные, стало очевидно, что некоторые учителя особенно хорошо работают с определенными группами учеников. В случае с отстающей школой, в которой произошел поворот, учителя, которые помогли учащимся добиться наибольшего роста (в некоторых случаях рост превышал годовой), были сосредоточены в нескольких разных классах. Перемещение некоторых из этих учителей в другие классы помогло повысить рост учащихся во всей школе. «Мы начали выявлять учителей, которые действительно хорошо справляются с учениками на определенных уровнях и могут стать наставниками учителей, которые, возможно, не так хорошо справляются с учениками на этом уровне"», - говорит Купер.

Кроме того, директора не распределяют учеников по классам случайным образом. Если ученик не показывает роста (независимо от того, является ли он низкоуспевающим или высокоуспевающим), директор подбирает для него учителя на следующий год, который помог вырастить учеников, попадающих в этот конкретный академический диапазон. Когда мы переводили учеников из начальной школы в среднюю, мы составляли

отчеты, которые помогали нам понять такие вещи, как «этому ребенку нужен учитель математики, который силен с учениками уровня этого ребенка», - объясняет Купер.

Купер сразу же отмечает, что использование данных о добавленной стоимости не превращает школу с низкими показателями в школу с высокими показателями успеваемости. Для отстающей школы ее рейтинг в системе отчетности штата повысился на четыре пункта. Это звучит не так уж много, пока вы не поймете, что в среднем все ученики превысили целевые показатели роста в этой школе.

Кроме того, и Лонгвью, и Остин стремятся не ограничиваться повышением показателей сдачи тестов. «Сдача государственного теста - это важно, но можно сдать его на 71 балл, а можно на 100. Мы хотим, чтобы те дети, которые всегда сдавали тест на 100 баллов, сдавали его и сейчас на 100 баллов, а дети, сдавшие тест на 70 баллов, на следующий год сдавали его на 80, 85 или 90 баллов», - говорит Лиза Шмитт, старший научный сотрудник отдела исследований и оценки Остинского независимого школьного округа.

*Предиктивная аналитика для педагогов штата Теннесси.* В Университете Теннесси доктор Уильям Л. Сандерс использовал SAS для разработки системы оценки добавленной стоимости образования штата (EVAAS). Благодаря его работе преподаватели штата Теннесси могут прогнозировать академическую успеваемость в средних школах, чтобы разработать индивидуальные планы, помогающие каждому ученику добиться успеха.

Дебора Бойд, заместитель декана педагогического колледжа Университета Липскомб в Нэшвилле и бывший директор средней школы использовала собственную систему штата Теннесси, названную TVAAS, и следила за ее применением в качестве администратора штата. Сегодня она использует ее для программ бакалавриата и магистратуры своего колледжа.

«Данные TVAAS дают нам картину студентов и их роста, которую мы не можем получить в других местах», - объясняет Бойд. «Мы, как учителя и администраторы, можем считать, что знаем, куда движется ребенок, но мы можем ошибаться, потому что у нас нет соответствующей исходной информации, которую может собрать TVAAS». Он стал ценным инструментом для измерения того, что трудно измерить: роста ученика из года в год».

«Прогностическое качество данных TVAAS позволяет нам увидеть, оказывает ли то, что мы делаем, должное влияние на рост ученика», - добавляет Бойд. «И не только пока ученик находится в наших классах, но и в долгосрочной перспективе, по мере того, как он будет стремиться в будущее, к которому мы его готовим».

Бойд говорит, что данные TVAAS позволяют педагогам прогнозировать успеваемость каждого ученика, основываясь на среднем академическом опыте, и использовать эту информацию, чтобы помочь ученикам раскрыть свой потенциал.

«TVAAS помогает нам принимать более обоснованные решения и уверенно действовать в соответствии с ними, выбирая подходящий путь для каждого ученика», - объясняет Бойд. «Очень часто мы думаем, что это применимо только к учащимся с низкой успеваемостью, но так часто у нас есть обучающихся с высокой успеваемостью, которые могли бы достичь большего при изменении плана образовательного процесса. Это важно для будущего не только Теннесси, но и всей страны. TVAAS помогает нам понять, что каждый ученик должен расти каждый год, и помогает нам определить, справились ли мы со своей работой.

«Одна из самых важных вещей, которую мы сделали с отдельными директорами школ, - это показать им силу данных», - продолжает она. «Было очень приятно работать с ними и открывать им глаза на то, как они могут использовать этот инструмент для эффективных изменений в своих школах».

По словам Бойда, модель TVAAS помогла системе образования переосмыслить то, как она оценивает успеваемость учащихся каждый год.

«Хотя нам нравятся моментальные снимки успеваемости, замечательно иметь возможность сопоставить их с тем, куда движется ученик, и посмотреть, является ли эта траектория траекторией, с которой мы согласны или которую мы хотели бы изменить», - объясняет она. «Мы начинаем видеть, что у всех наших студентов есть безграничные возможности. Мы видим, что мы двигаем студентов, которые, возможно, никогда не думали о колледже, к готовности к колледжу, а студентов, которые всегда думали о колледже, к подготовке к колледжу и уверенности».

«Глубина базы данных TVAAS и ее прогностические возможности покорили многих из нас. Я поверил в то, что при том количестве данных,

которые собираются, TVAAS является полезным инструментом для разработки и планирования образовательных целей современных студентов».

**В Великобритании** Министерство образования содействовало использованию данных и аналитики в школах путем разработки национальной системы данных и создания Школы данных для обучения учителей анализу данных.

Проект *FFT Education* был начат в 2001 году Майком Фишером и Майком Тредуэем, как проект для работы с местными органами власти для анализа школьной успеваемости и позже была создана в качестве экспертного источника для предоставления национальных данных по образованию Министерству образования Великобритании, обработка Национальной базы данных учащихся в Англии с 2004 года. С тех пор он стал источником новой методологии для анализа школьной успеваемости и расширила команду, имеющую национальный голос; и теперь она прочно утвердилась в качестве лучшего поставщика независимой информации об успеваемости школ.

В 2015 году был запущен портал *Education Datalab*, выпускающий независимые, передовые исследования, которые могут быть использованы политиками для разработки образовательной политики, а школами для улучшения практики. *FFT Education Datalab* сотрудничает с партнерами по исследованиям и следит за тем, чтобы опубликованные исследования были доступными для разработчиков политики и школ.

В 2019 году был дан старт лонгитюдному проекту— Проект *Арех* — для решения проблемы раннего сбоя грамотности. Работая с 10 школами, проект рассматривает данные учеников с руководителями школ, чтобы понять, какие дети отстают в чтении и на сколько. Затем он помогает школам предоставлять и отслеживать успех высококачественного обучения чтению в небольших группах для детей, которые подвергаются риску ранней неспособности к грамотности, с намерением привести этих детей к ожидаемому треку как можно раньше на ключевом этапе 1. Это обеспечивается через флагманское обучение с программой *Lightning Squad*. В 2021–2022 учебном году в школах *Арех* обучалось 285 детей в 1 и 2 классах. Первый год результатов впечатляет, так как можно было увидеть огромные скачки среди детей, которые отстали из-за локдауна и других факторов. Три школы, которые внедрили репетиторство в 1-м классе, достигли своих лучших результатов в фонетике, несмотря на пандемию.

В **Сингапуре** правительство инвестировало средства в разработку национальной информационной системы для учащихся и использует данные для обоснования решений в области образовательной политики и повышения успеваемости учащихся.

Одним из основных источников данных образовательной статистики Сингапура является база данных образовательной аналитики Департамента статистики (Singapore Department of Statistics — DOS), который ставит своей целью предоставление исчерпывающих статистических данных и надежных статистических услуг, расширяющих возможности принятия решений. Официальная статистика собирается и компилируется Департаментом статистики Сингапура, а также научно-исследовательскими и статистическими подразделениями (Research and Statistics Units — RSU) в правительственных министерствах и государственных комитетах.

Деятельность по сбору, анализу и использованию статистических данных регламентируется Законом о статистике (Statistics Act, 2012), который является основным законодательным актом, регулирующим статистическую деятельность, осуществляемую DOS и RSU. Департамент основывает свою деятельность на стандартах статистики и разработанных ведущих принципах работы со статистическими данными (Guiding Principles).

Виды аналитических данных об образовании и разделы цифровой базы Департамента статистики:

- Find Data (поиск данных) предоставляет доступ к данным по темам в алфавитном поисковике A — Z, доступ к конструктору таблиц SingStat, к характеристике статистических методов и концепций, к Ежегоднику статистики (Yearbook of Statistics) и др.;

- Publications (публикации) открывает доступ к публичным отчетам;

- Our Services and Tools (сервисы и инструменты) предоставляет сервисы и инструменты анализа и работы с данными. Например, SingStat Table Builder предоставляет бесплатный доступ к более чем 27 000 сериям данных, возможность создавать индивидуальные таблицы данных и загружать их в виде файлов различных форматов; SingStat Mobile App обеспечивает доступ к более чем 200 диаграммам часто запрашиваемой статистики с мобильных устройств и др.

Непосредственно статистические данные об образовании в базе статистических данных находятся в разделе Education, Language Spoken and Literacy. Статистические данные об образовании, языке и грамотности составляются Министерством образования Сингапура, Департаментом статистики.

Данные образовательной статистики Сингапура на сайте Департамента статистики имеют следующие разделы и виды образовательных данных:

- Latest Data (последние данные) содержит статистические данные последних исследований в области образования;
- Publications and Methodology (публичные отчеты и методология) включает публичные отчеты по образовательным данным;
- Visualising Data (визуализация данных) раскрывает образовательные данные в форме графиков, диаграмм и других видов визуализации данных;
- Related Info (сопутствующая информация) представляет данные ежегодной образовательной статистики (Yearbook of Statistics Singapore);
- External Sources (внешний источник) содержит интегрированные сервисы с базами данных других институций, например с сайтом Министерства образования Сингапура.

Данные, раскрываемые Департаментом статистики, используются образовательными организациями, родителями учащихся, исследователями и экспертами, директивными органами для разработки и оценки политики, планирования и исследований, а также автоматизированной отчетности.

Дополнительными источниками данных образовательной аналитики и статистики Сингапура являются сайт Министерства образования Сингапура (The Ministry of Education — MOE), в разделе «Education Statistics» представлен обзор образовательной аналитики и статистики, а также портал публичных данных Сингапура Data.gov.sg, в котором в разделе «Education» представлены аналитико-статистические данные образования.

В **Индии** правительство запустило программу под названием «Цифровая Индия», которая направлена на создание цифровой инфраструктуры, продвижение цифровой грамотности и предоставление цифровых услуг населению Индии, что может включать и сектор образования.

В Китае правительство инвестировало большое количество ресурсов в развитие ИИ и аналитики больших данных в секторе образования, целью которого является повышение качества преподавания, успеваемости учащихся и повышение квалификации учителей.

Одним из источников образовательных данных Китая является сайт Министерства образования (The Ministry of Education of the People's Republic of China). В разделе «Documents» содержатся данные образовательной аналитики и статистики об организациях, результатах, профессиональных кадрах: состояние зданий и условия реализации образовательных программ, количество и география образовательных организаций, количество учителей, их академическая квалификация и профессиональные звания (Number of Full-time Teachers in Special Education Schools by Academic Qualifications and Professional Rank) и др. Деятельность по сбору, анализу и использованию статистических данных в Китае регламентируется законом Китайской Народной Республики «О статистике» (The Statistics Law of the People's Republic of China) и соответствующими положениями государственного совета (The State Council). Дополнительным источником данных образовательной статистики является сайт Национального бюро статистики Китая (National Bureau of Statistics of China), содержащий сборник ежегодной статистики страны (China Statistical Yearbook), в том числе статистических данных в сфере образования.

Все чаще школьные здания будут оснащаться датчиками, камерами и компьютерами для выполнения определенных административных, а также функций преподавания и обучения. Некоторые школы уже экспериментируют и разрабатывают инновационные способы интеграции интеллектуальных технологий в свою деятельность. Вот несколько примеров из Шанхая (Китай).

Центральная начальная школа Лувань № 1 (район Хуанпу, Шанхай) — это государственная школа, в которой ИИ интегрируется в управление школьными ресурсами, а также в преподавание и обучение — цифровая модель, которую затем можно распространить на другие школы. Управление кампусом, а также преподавание и обучение опираются на интеллектуальные технологии. Используя технологию обнаружения IoT, «цифровой кампус» состоит из сбора и анализа данных кампуса для автоматического контроля и управления факторами окружающей среды, такими как безопасность, освещение, качество воды и воздуха, а также для сбора данных о деятельности кампуса; например, плотность людей в коридорах и т. д. В сочетании с носимыми устройствами школа также собирает физиологические данные, такие как температура тела учащихся и частота сердечных



сокращений, а также академические данные и данные о процессе обучения, чтобы помочь учителям и учащимся. Приложение «цифровые школьники» анализирует данные об учениках для создания подробного целостного портрета учащихся. Сбор данных улучшает понимание статуса обучения и роста учащихся и предоставляет учителям данные, позволяющие адаптировать обучение к их потребностям. Данные охватывают дисциплину, академический уровень, физическое и психическое здоровье, эстетический вкус и социальную практику. Социально-эмоциональные аспекты, такие как вовлеченность в обучение и аффективные состояния, измеряются с помощью технологии распознавания голоса и лица. Наконец, система «цифрового обучения» «обеспечивает учителям поддержку по пяти аспектам обучения: подготовка к уроку, организация занятий в классе, выполнение домашних заданий, обучение и оценка — с такими функциями, как «управление работой в классе», «интеллектуальная оценка» и «интеллектуальный просмотр домашних заданий». Интеллектуальная система обучения помогает учащимся напрямую получать доступ к ресурсам, инструментам, путям и индивидуальным рекомендациям. По состоянию на июнь 2021 года эта модель была изучена и принята более чем в 250 школах Шанхая, Цинхая, Шэньси, Гуйчжоу и др.

Демонстрационная средняя школа при Университете Тунцзи (Китай) также внедряет новую систему «цифровой класс» по английскому языку, географии и биологии. Данные об обучении студентов, собранные в системе, являются основой для преподавания и дальнейшего обучения. Перед уроками учителя используют цифровые интерактивные «практические» инструменты для оценки обучения учащихся; они также время от времени проводят короткие и лаконичные тесты в классе, чтобы получать данные об обучении учащихся в режиме реального времени. Это позволяет им менять свои стратегии обучения во время занятий и разрабатывать индивидуальные стратегии после занятий. На основе этой информации учителя будут задавать онлайн-задания, которые автоматически отмечаются системой и служат основой для создания персонализированных отчетов «анализа знаний». На основе этих индивидуальных карточек система предлагает видеоресурсы и упражнения для микрообучения в соответствии с индивидуальными потребностями в обучении, а учителя получают рекомендации, чтобы предложить целевые задания после занятий и консультации, а также адаптировать свое обучение к потребностям учащихся. Система также позволяет проводить совместное обучение со студентами и учителями, которые могут видеть и комментировать работу студентов.

Другие демонстрационные школы, специализирующиеся на цифровых технологиях, изучают другие возможные аспекты технологии.

- Шанхайская средняя школа Хунхуэ традиционно уделяет особое внимание естественнонаучному образованию и имеет 22 лаборатории инженерных наук и инноваций (18 видов). После разработки 5G в школьном кампусе была разработана «голографическая» модель научного образования на основе смешанной реальности, чтобы сделать сложные знания более понятными и интуитивными, а также повысить внимание и энтузиазм учащихся к предметам. Два урока («Изучение тайн Солнечной системы» и «Понимание костей человеческого тела») были разработаны и проведены с взаимодействием в режиме реального времени со средней школой № 1 Юаньян (префектура Хунхэ, провинция Юньнань).

- Шанхайская школа промышленных технологий предоставляет своим студентам передовые технологии смешанной реальности и моделирования для изучения производства. Учебные проекты на основе моделирования выполняются в виртуальной трехмерной среде, содержащей ряд рабочих станций, таких как графическое рисование, обработка заготовок и рабочие единицы, такие как загрузка и разгрузка станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Измерение и мониторинг внимания, поведения или эмоций учащихся в классе может помочь учителям поддерживать их интерес к обучению. Тем не менее, защита конфиденциальности и взаимодействие с родителями и другими заинтересованными сторонами являются ключевыми факторами успеха. Два примера из Китая показывают важность социальной приемлемости, участия заинтересованных сторон и прозрачности при развертывании таких технологий.

В 2019 году начальная школа Цзиньхуа Сяошун (провинция Чжэцзян, Китай) опробовала повязку FocusEDU. В сочетании с программной платформой эти повязки для отслеживания мозговых волн использовали технологию электроэнцефалографии (ЭЭГ) для измерения того, насколько учащиеся уделяли внимание в классе. Три гидрогелевых электрода — один на лбу и два за ушами — регистрировали электрические сигналы мозга, которые алгоритм ИИ затем преобразовывал в оценку внимания. Программное обеспечение FocusEDU предоставило учителям доступ в режиме реального времени к индивидуальным уровням внимания в классе через панель инструментов. Кроме того, индикаторы на передней части повязки отображали разные цвета для разных уровней внимания, сигнализируя учителям, какие ученики были идентифицированы как невнимательные. Местные власти приостановили судебный процесс в октябре 2019 года из соображений конфиденциальности.

Другой пример наблюдения за учащимися на основе их поведения и эмоций был опробован в средней школе № 11 г. Ханчжоу (провинция

Чжэцзян, Китай). Компания Hikvision, производитель оборудования для видеонаблюдения из Ханчжоу, разработала камеры, оснащенные технологией распознавания лиц, которые отслеживали поведение учащихся в классе и выражение их лиц под названием «умная система управления поведением в классе». Алгоритм ИИ классифицирует поведение по шести категориям (чтение, письмо, слушание, вставание и лежание на столе) и выделяет семь выражений лица (нейтральное, счастливое, грустное, разочарованное, злое, испуганное и удивленное). На основе этих классификаций была рассчитана общая оценка внимания, к которой учителя могли получить доступ в режиме реального времени через экран. Следуя опасениям родителей,

Эти два примера показывают трудности, связанные с некоторыми аспектами мониторинга интеллектуальных технологий. С исследовательской стороны одна из трудностей заключается в качестве теоретических моделей, используемых для идентификации эмоций и их привязки к результатам обучения. Поскольку предлагаемые решения не так уж отличаются от тех, которые используются в некоторых других китайских школах, указывает на трудности, связанные с принятием и коммуникацией на местном уровне, что имеет значение также там, где регулирование конфиденциальности и защиты данных может быть не таким ограничительным, как в некоторых странах ОЭСР.

Одним из главных источников официальной статистики **Австралии**, в том числе в сфере образования, является портал Австралийского статистического бюро — Australian Bureau of Statistics. The ABS является национальным статистическим агентством Австралии, представляющим надежные официальные статистические данные по широкому кругу экономических, социальных, демографических и экологических вопросов, имеющих важное значение для страны.

Основными законодательными актами, определяющими функции и обязанности Австралийского статистического бюро, являются закон «Об австралийском статистическом бюро» (The Australian Bureau of Statistics Act) и закон «О переписи и статистике» (The Census and Statistics Act).

Главная страница портала со стандартным поисковиком содержит следующие разделы для работы со статданными:

– Statistics открывает доступ к статистическим данным исследований, сгруппированным тематически в разделы: экономика (Economy: Key Economic Indicators, Business Indicators, Finance, Lending, Household income & Wealth, International Trade, Balance of payments, Imports & exports, Price Indexes & Inflation etc.), общество (People: Aboriginal & Torres Strait Islander

Peoples, Crime & Justice, Culture & Recreation, Education, People & Communities, Population etc.), здоровье (Health: Causes of Death, Disability, Health Conditions & Risk Factors, Health Services etc.), индустрия (Industry: Manufacturing, Agriculture, Building & Construction, Energy, Mining, Technology & Innovation, Tourism & Transport etc.), а также содержит подраздел о методологических основаниях и классификациях (Methods & Classifications: Classifications, Methodology, Standards etc.);

– в Census находится статистическая информация о переписи с возможностью поиска;

– Complete your survey открывает возможность участия в опросах и исследованиях бюро с необходимостью регистрации/ входа в аккаунт по логину и паролю.

Также на портале в свободном доступе представлены такие онлайн-инструменты и ресурсы для поиска и анализа статистических данных, как ABS.Stat (Beta), CPI inflation calculator, Data by region, Microdata access, TableBuilder, а также мобильные приложения (Mobile Apps).

В разделе образовательной статистики портала «Education» содержится информация о следующих статданных, сгруппированных тематически: количество школ, студентов и сотрудников (Number of Schools, Students and Staff), грамотность, умение считать и решать проблемы у взрослых (Literacy, Numeracy and Problem Solving Skills in Adults), дошкольное образование (Preschool Education), школы Австралии (Schools Australia), образование и работа (Education and Work), дошкольное образование и уход за детьми (Childhood Education and Care), профессиональная подготовка и обучение взрослых (Work-Related Training and Adult Learning), квалификации и работа (Qualifications and Work), результаты обучения, экспериментальные оценки (Educational outcomes, experimental estimates), результаты профессионального образования и обучения в школах, экспериментальные оценки (Outcomes from Vocational Education and Training in Schools, experimental estimates).

В качестве дополнительных источников образовательной статистики Австралии могут использоваться сайты Департамента образования Австралии (The Department of Education, Skills and Employment) и Universities Australia, а также The Australian Data Archive (ADA), который представляет национальную службу сбора и сохранения цифровых исследовательских данных при Австралийском национальном университете (Australian National University — ANU). ADA распространяет эти данные для вторичного анализа академическими исследователями и другими пользователями.

*Maestro Assessment*

Компания Analytics for schools создала Maestro Assessment<sup>11</sup>, чтобы дать учителям возможность создавать цифровые рубрики формирующего оценивания и управлять выставлением отметок в режиме онлайн. Этот инструмент облегчает анализ необходимых данных для проведения целевых мероприятий и, следовательно, поддержки прогресса в обучении учащихся. Учителя и предметные координаторы могут работать совместно, обмениваясь ресурсами и информацией, которая принесет пользу их работе и обучению учеников в целом.

*Рисунок 4. Панель «Maestro Assessment»*

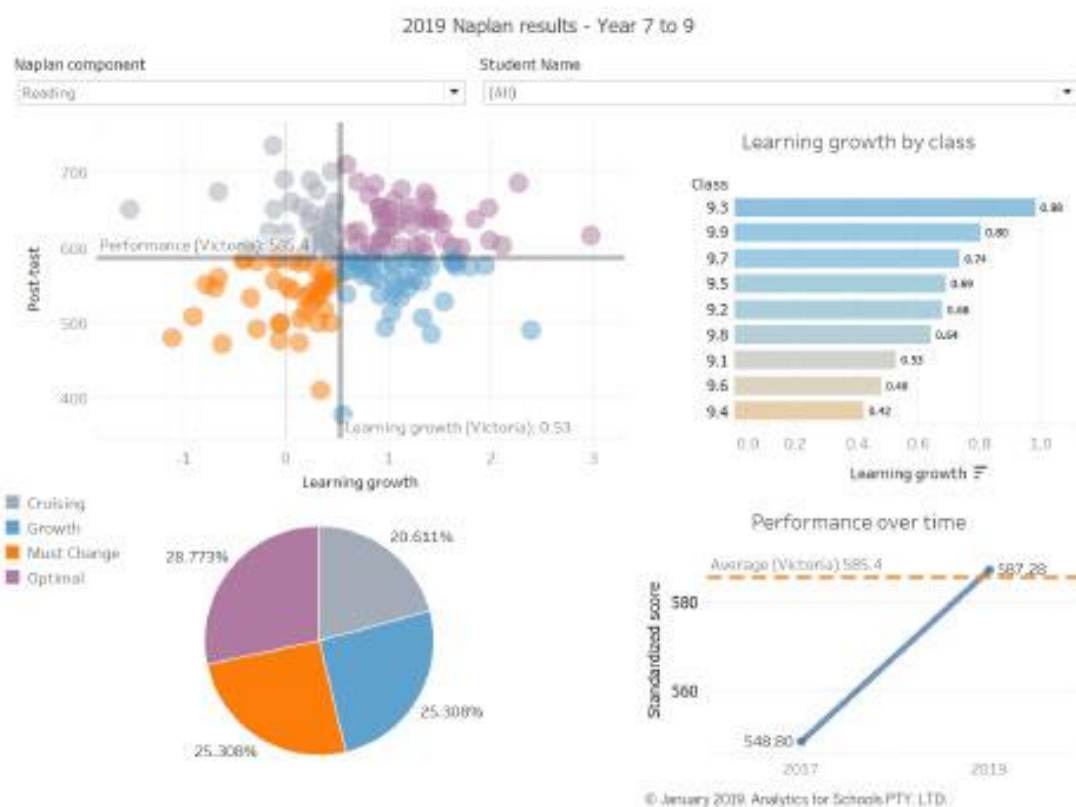
The screenshot shows the Maestro Assessment interface. On the left is a navigation menu with icons for Students, Teachers, Users, Classes, and Generator. The main content area is titled 'CLASSES' and includes a search bar for teachers and buttons for 'LIST' and 'ADD'. Below this, there are filters for 'Year 7', 'English', and '7EMD'. The 'Student View' section shows a student's profile with a photo and fields for 'STUDENT ID: CODE', 'NAME: Student name', and 'STATUS: active'. The core of the interface is a grid of assessment criteria. It is organized into rows for 'Level 6', 'Working Towards Level 6', 'Level 5', and 'I need support'. Each row contains columns with specific learning objectives, such as 'I can describe the purpose of multimodal features, such as film techniques' and 'I can explain what the text makes me think about'. Below the grid, there are sections for 'KEY SKILLS / KNOWLEDGE', 'ORGANISING ELEMENTS', and 'SUBSTRAND', each with a list of related skills and strands.

*Программа «Оценка роста успеваемости»*

Быстрая и надежная система **оценки роста успеваемости** анализирует результаты стандартизированных тестов для оценки успеваемости и прогресса учащихся как на индивидуальном, так и на школьном уровне. С его помощью школы могут проанализировать эффективность своих образовательных мероприятий и разработать планы дальнейших действий. Функционируя по целому ряду компонентов обучения, он облегчает сравнение с показателями штата, территории и страны, а также позволяет получить другие сведения об успеваемости учащихся и школ.

<sup>11</sup> <https://analyticsforschools.com.au/services/maestro/>

**Рисунок 5. Визуализация результатов Naplan**



Программа «Оценка роста успеваемости» выполняет статистические расчеты от имени пользователя, чтобы создать ряд удобных отчетов на основе предоставленных исходных данных. Используя визуализацию данных, он позволяет директорам и учителям быстро получить доступ к результатам и оценить эффективность своих мероприятий, что, в свою очередь, дает им информацию для дальнейших действий.

**Рисунок 6. Дэшборд программы «Оценка роста успеваемости»**



Главный источник официальной статистической информации в **Новой Зеландии** — портал Stats NZ<sup>12</sup>, данное агентство является ведущим по сбору государственных данных статистики. Основным правовым регламентом деятельности Stats NZ является закон «О статистике» (Statistics Act). Также главный управляющий данными правительства (Government Chief Data Steward — GCDS) совместно с комиссаром по вопросам конфиденциальности (The Privacy Commissioner) разработали шесть ключевых принципов для поддержки безопасного и эффективного анализа данных, включая алгоритмическое принятие решений. Они являются частью целого ряда правительственных инициатив, в том числе Social Investment Agency’s consultation on the development of guidance for Data Protection and Use (консультация Агентства социальных инвестиций по разработке руководства по защите и использованию данных), MSD’s Privacy Human Rights and Ethics (PHRaE) Framework (система защиты прав человека и этики в области конфиденциальности), Data Futures Partnership work (данные фьючерсного партнерства), AI Forum (форум искусственного интеллекта).

Основными разделами портала Stats NZ для работы со статистическими данными являются:

<sup>12</sup> <https://www.stats.govt.nz/>

– Statistics содержит подразделы: Publications, Statistics by topic, Statistics by place, Methods, standards, and research.

– Tools представляет широкий набор инструментов для поиска и анализа статистических данных по подразделам: Large datasets (Infoshare, NZ.Stat, CSV files for download), Indicators and snapshots (Social indicators, Progress indicators, Environmental indicators), Regional data and maps (Geographic data service, StatsMaps etc.), Data for business, Experimental initiatives и др.;

– Services предлагает спектр услуг: Information centre, Customised data services, Integrated Data Infrastructure, Longitudinal Business Database etc., а также сервисы и контакты для помощи пользователям;

– Census содержит информацию о переписи населения Новой Зеландии.

Согласно изложенным на портале положениям, образование повышает способность людей удовлетворять свои основные потребности, расширяет диапазон доступных им вариантов карьеры и позволяет лучше контролировать направление своей жизни. В связи с этим данные образовательной статистики на портале представлены в рамках социальных исследований (NZ social indicators), например источник финансирования сектора высшего образования, молодежная рабочая сила и статус образования, 18-летняя молодежь с более высокой квалификацией, образовательный уровень взрослых в возрасте от 18 до 34 лет, участие в дошкольном образовании (Source of funds to the higher education sector, Youth Labour Force and Education Status, 18-year-olds with higher qualifications, Educational attainment of adults aged 18 to 34 years, Participation in early childhood education).

Однако существуют дополнительные порталы, специализирующиеся на образовательных данных, в том числе статистических. К таким источникам официальной образовательной статистики при поддержке Министерства образования Новой Зеландии относится портал «Education Counts»<sup>13</sup> с интерактивным интерфейсом и следующими разделами главного меню: Know your Region, Communities of Learning, Find a School, Early Learning Services, Topics, Publications, Statistics, Data Services. Раздел «Statistics» предоставляет данные образовательной статистики, сгруппированные в дошкольное образование, школьное образование, высшее образование, образование маори, тихоокеанское образование, международное образование, индикаторы, поддержка обучения (Early Childhood Education, Schooling, Tertiary Education, Māori Education, Pacific Education, International

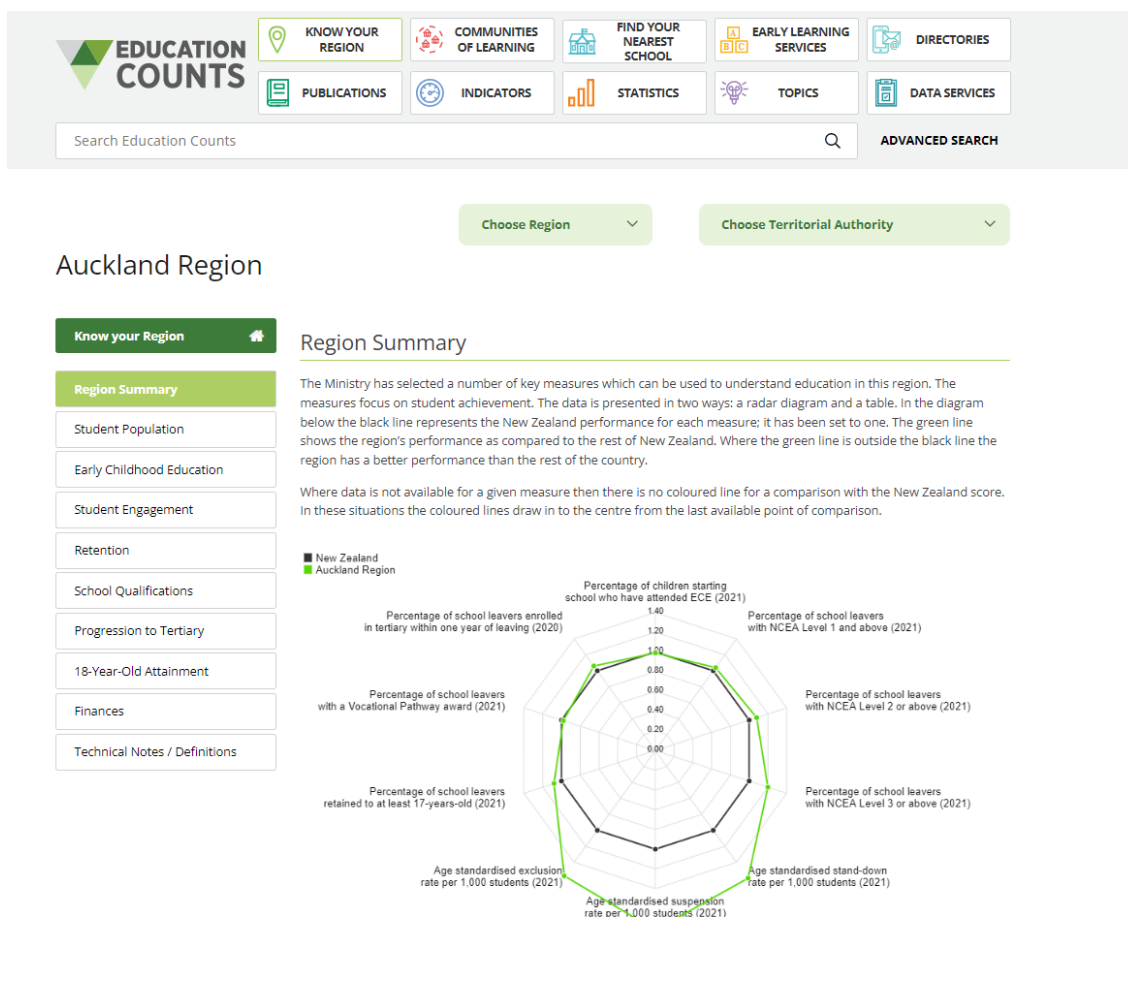
---

<sup>13</sup> <https://www.educationcounts.govt.nz/>



Education, Indicators, Learning Support). Еще одним официальным ресурсом образовательных данных, включая статистические, является портал «Education.govt.nz», также функционирующий в рамках деятельности Министерства образования Новой Зеландии.

*Рисунок 7. Портал «Education Counts» на примере региона Окленд*



Главным источником официальной статистической информации в **России**, включая данные об образовании, является портал Федеральной службы государственной статистики (Росстат). Росстат «является федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по формированию официальной статистической информации о социальных, экономических, демографических, экологических и других общественных процессах в Российской Федерации, а также в порядке и случаях, установленных официального статистического учета. Федеральная служба государственной статистики находится в ведении Министерства экономического развития Российской Федерации.

Главная страница портала предоставляет возможность стандартного поиска, а также подписки на Росстат в социальных сетях и по электронной

почте. Основными разделами для поиска и анализа статистической информации на портале Росстата являются:

– раздел «Статистика», включающий подразделы «Официальная статистика», «Переписи и обследования», «Методология и нормативно-справочная информация», «Интерактивные статистические сервисы» («Возрастно-половая пирамида», «Миграция»), «Анонсы», «Новости статистики», «Инфографика», «Часто задаваемые вопросы»);

– раздел «Публикации», содержащий подразделы «План выпуска публикаций», «Каталог публикаций», «Публикации территориальных органов», «Подписка»;

– раздел «Респондентам», представляющий подразделы «Информация для респондентов», «Индивидуальный перечень форм по ИНН/ОГРН (ОГРНИП)/ОКПО», «Статкалендарь», «Формы федерального статистического наблюдения и формы бухгалтерской (финансовой) отчетности», «Уведомление о кодах по общероссийским классификаторам», «Статистическая отчетность в электронном виде».

В разделе «Население», подраздел «Образование», на портале Росстата представлены данные образовательной статистики по следующим группам: дошкольное образование, общеобразовательные программы, образовательные программы среднего профессионального образования, образовательные программы высшего образования, программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и подготовка научных кадров в докторантуре, методология, оперативная информация, официальные публикации (Российский статистический ежегодник, Регионы России. Социально-экономические показатели и др.), итоги федеральных статистических наблюдений (дошкольное образование, дополнительное образование детей, подготовка кадров высшей квалификации, детский оздоровительный отдых).

Дополнительным источником данных образовательной статистики в России может служить сайт Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), которая обеспечивает доступ «с использованием сети Интернет государственных органов, органов местного самоуправления, юридических и физических лиц к официальной статистической информации, включая метаданные, формируемой в соответствии с федеральным планом статистических работ».

Возможности объективного анализа и формирования управленческих и педагогических решений на основании образовательных данных связаны с развитием технологической инфраструктуры региональных цифровых

сервисов статистики и аналитики данных в образовании. Такие возможности предоставляют региональные порталы открытых данных в сфере образования, например:

- Электронная открытая Москва — <http://mosopen.ru>, <https://data.mos.ru>;
- Открытые данные Новгородской области — <https://www.novreg.ru/opendata/index.php>;
- портал открытых данных ХМАО — Югра — <https://data.admhmao.ru>;
- Открытые данные / Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия) — <https://www.sakha.gov.ru/opendata/front>;
- Открытые данные / Открытое правительство Свердловской области — <http://open.midural.ru/opendata/>;
- портал открытых данных Краснодарского края — <http://opendata.krasnodar.ru>;
- Открытые данные Ставропольского края — <https://stavregion.ru/opendata/>;
- Открытые данные Владимирской области — <https://открытые-данные.образование33.рф>;
- Открытые данные Пермского края — <http://opendata.permkrai.ru/opendata/>
- и другие цифровые аналитические ресурсы в сфере образования регионов России.

На более локальном уровне (уровне образовательных организаций, администрации и педагогов, обучающихся и их семей) институциональные возможности работы с образовательными данными представлены возможностями использования электронных образовательных платформ, например:

- портал «Московская электронная школа» — <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> и информационный портал «Электронный дневник» — <https://dnevnik.mos.ru/help/>;
- портал «Петербургское образование», «Электронный дневник» — <https://petersburgedu.ru/dnevnik/>;

– образовательный портал «Цифровой гражданин Югры» — <http://eduhmao.ru>;

– интернет-сервис «Электронный дневник» в Ставропольском крае — <https://gogov.ru/ednevnik/srp>;

– Сетевой город. Образование. Республика Саха (Якутия) — <https://sgo.e-yakutia.ru>;

– Новгородская электронная школа — <http://dobr.distcentr.ru>;

– Крымская республиканская образовательная сеть — цифровая образовательная платформа — <https://edcrimea.ru>;

– «Виртуальная школа» Тульской области — <https://eclass.ipktula.ru>

– и другие электронные сервисы и платформы, используемые школами и органами управления образованием.

Существует противоречие между актуальной потребностью системы образования в моделировании и анализе данных для персонализации и цифрового образования, для эффективных педагогических и управленческих решений и недостаточным развитием цифровых платформ-агрегаторов образовательных данных и сервисов образовательной статистики, методологии и технологий анализа образовательных данных, а также программ профессионального развития педагогических и управленческих кадров в области анализа образовательных данных, педагогики, основанной на данных, и доказательного управления развитием образования.

Федеральный цифровой ресурс — Российская электронная школа — <https://resh.edu.ru>.

Виртуальная школа Сбербанка — <https://sberbank-school.ru>.

А также частные практики:

– цифровая школа «Фоксфорд» — <https://foxford.ru/>;

– интерактивная образовательная онлайн-платформа «Учи.ру» — <https://uchi.ru>;

– платформа электронного образования «Я класс» — <https://infourok.ru/yaklass-eto-platforma-elektronnogo-obrazovaniya>.

Электронные образовательные платформы и сервисы «Электронный дневник» в регионах являются первичными агрегаторами образовательных данных, первым слоем аналитики цифровых образовательных следов

обучающихся. На основе этого уровня аналитики образовательных данных, как правило, принимаются организационно-педагогические решения.

На платформе Московской электронной школы — <https://www.mos.ru/city/projects/mesh/> — технологично используются методы прогнозирования на основе анализа образовательных данных (прогнозирование результатов итоговой аттестации или олимпиадных достижений школьников на основе анализа данных текущей успеваемости, прогнозирование олимпиадных достижений на основании статистики видов и содержания решенных задач и т. п.). Но данная электронная образовательная платформа инженерно-технологически, а соответственно, и педагогически ограничена в возможностях использования методов «cognitive tutoring based analysis of educational data». То есть отсутствие такого программного решения в инструментах МЭШ не представляет возможностей использования того же метода прогнозного анализа образовательных данных в прогнозировании выборов профильного обучения школьниками на основе данных о предпрофильных пробах и участии в конкурсе проектных и исследовательских работ (что сделало бы институционально возможным заблаговременное проектирование образовательных программ профильного обучения, формирования профильных классов и учебных планов). На основе таких прогнозных данных и возможно управление развитием образования.

А на электронной образовательной платформе «Образование Югры 5:0» — <https://cor.admhmao.ru/authorize> — технологическая интеграция программы «cognitive tutoring based analysis of educational data» в деятельность электронной образовательной платформы Югры позволяет использовать методы обнаружения структуры, выявлять в образовательных данных структуру, например структуру урока с учетом особенностей организации образования школьников с разными типами учебной мотивации, организацию образования школьников с разными типами учебных затруднений по результатам независимой диагностики качества образования и проверочных работ. В такой модели представляется возможным новый функционал тьюторства — когнитивное тьюторство в цифровой школе.

Вместе с тем, ряд российских ученых на основе анализа больших данных просмотрели результаты изучения текущей успеваемости учащихся общеобразовательных организаций на уровне основной и старшей школы. С помощью корреляционного анализа и метода кластеризации осуществлена проверка исследовательских гипотез относительно возможности построения индивидуальных образовательных траекторий школьников. Определена большая корреляционная связанность выставляемых отметок в основной школе и большая дифференциация успеваемости учащихся в 10-х и 11-х классах.

Российская школа в целом часто характеризуется как унитарная, имеющая низкий уровень индивидуализации и высокую степень стандартизации обучения. Повышающаяся жесткость требований к образовательным программам сокращает объем полномочий образовательных организаций и педагогов в части содержательной вариативности и дифференциации траекторий. В то же время зачастую подобные рассуждения носят общетеоретический характер и редко подтверждаются результатами количественных исследований на основе анализа больших данных. Фиксируется существенный дефицит данных, которые бы позволяли определить уровень дифференциации учебных траекторий в системе общего образования на уровне страны или региона. Если современную массовую среднюю школу характеризуют как индустриальную, т.е. нацеленную на некий средний образовательный результат, то логично было бы обратить на него особое внимание. При этом любой образовательный результат – это результат оценивания. Именно на его анализе, т.е. на изучении отметок о текущей успеваемости, которые получают школьники в процессе обучения.

Осуществлен анализ более 1 млрд отметок, выставленных в школах в период с 2015 по 2020 г., что является примером работы с большими данными в образовании.

Большие массивы данных, поступающие из образовательной среды, содержат разнородную информацию, анализируя которую с помощью технологий BigData, можно сделать обоснованные выводы об эффективности образовательной системы, выявить в ней закономерности, аномальные или пограничные состояния, получить прогноз развития.

Прогнозирование академической успеваемости – одна из ключевых тем исследований в области BigData в образовании.

Организация исследования основывалась на работе с большими данными ИАС – информационно-аналитических систем образования. Был получен доступ к деперсонализированной информации, хранящейся в одной из региональных информационно-аналитических систем (далее – ИАС). Данный регион имеет достаточно развитую систему общего образования, которая включает в себя более 1000 общеобразовательных организаций и имеет существенную долю сельских школ. Региональная ИАС начала создаваться в 2009 г. и была предназначена для объединения в единое информационное пространство участников образовательного процесса с целью создания единого механизма управления, контроля, учета и планирования деятельности образовательных учреждений. В 2012 г. в системе начал полноценно функционировать электронный журнал, который позволил осуществлять цифровой учет текущей успеваемости учащихся.

Статистический анализ основывался на данных, полученных из ИАС по учащимся 1–11-х классов за 2015–2020 гг. Эта база данных содержит

более двух миллиардов информационных единиц, в том числе информацию об успеваемости более миллиона учащихся. Система содержит анонимные данные о 121 902 учителях, информацию о 90 741 876 проведенных уроках и 1 034 312 802 отметках.

Исходя из первичных теоретических посылок, перед началом анализа данных нами были сформулированы следующие исследовательские гипотезы:

А. Отметки, выставляемые ученикам по различным предметам в основной школе (в 5–9 классах), ввиду ее меньшей организационной и программной вариативности имеют высокую степень корреляционной связанности.

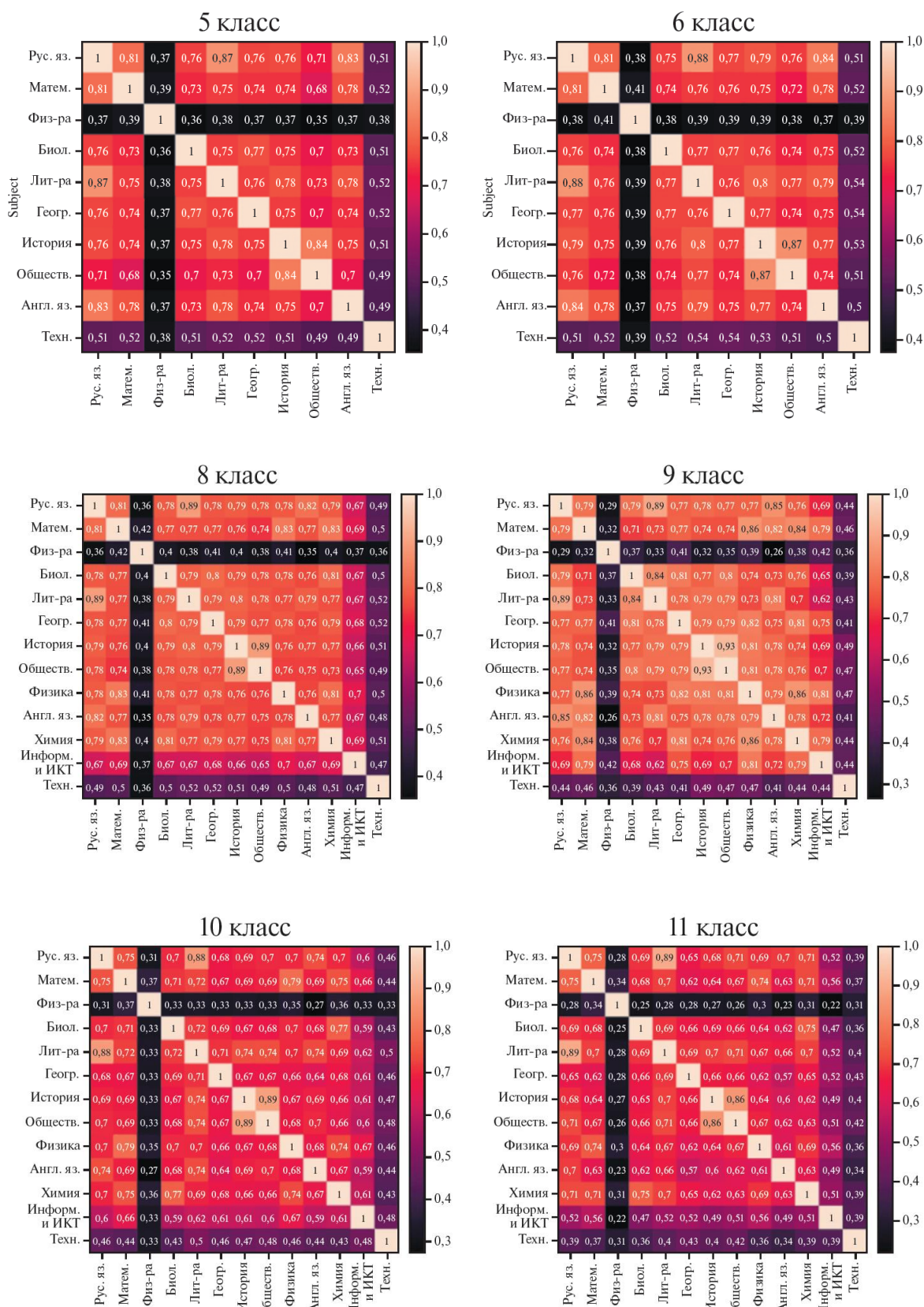
Б. Отметки, выставляемые ученикам по различным предметам в старшей школе (в 10–11 классах), ввиду ее большей организационной и программной вариативности имеют меньшую степень корреляционной связанности.

Корреляционный анализ выявил тесную междисциплинарную связь всех предметов (кроме физкультуры и технологии), которая сохраняется на протяжении обучения в 5–11 классах (рис. 8). Стабильно высокий уровень взаимосвязи наблюдается в таких дисциплинах, как русский язык, математика, литература, английский язык, история, обществознание, математика, физика, биология, химия, информатика и ИКТ. Низкие значения корреляции наблюдаются между предметами «физкультура» и «технология» и остальными предметами.

В целом достаточно высокая корреляционная связанность образовательных результатов характеризует задачу, решаемую школой – обеспечение освоения каждым школьником образовательной программы по всем предметным областям на некотором более или менее одинаковом уровне. Результаты анализа свидетельствуют, что в школе сложно быть успешным или неуспешным только по определенному предметному профилю. Как правило, школьники показывают сравнимые баллы по всем предметным областям, хорошо иллюстрируя известные ярлыки – «отличник», «ударник» или «троечник».

Наиболее высокой степени «консолидации» отметки достигают в 8-м классе, к которому, видимо, и завершается формирование некоторой образовательной «колеи». К 9-му классу мы фиксируем общий повышающий тренд в значении выставляемых отметок, что связываем, в том числе, с поведением педагогов, которые стремятся поддержать школьников перед их выпуском из основной школы. Фактически выпуск из 9-го класса и выбор дальнейшей траектории обучения – это единственный период академической карьеры ученика, когда средний балл аттестата имеет существенное значение.

**Рисунок 8. Межпредметная корреляционная таблица отметок, выставляемых учащимся 5-х, 6-х, 8-х, 9-х, 10-х, 11-х классов**





В 10-м и 11-м классах фиксируется незначительное снижение корреляционной связанности между отметками по различным предметам, что может быть объяснено начинающейся профилизацией в старшей школе. Интересно, что корреляционная связанность снижается и от 10-го к 11-му классу, что характеризует общий настрой выпускников по фокусировке своих усилий на тех предметах, которые понадобятся при сдаче единого государственного экзамена и при поступлении в вуз. В старшей школе стабильно отмечается высокий уровень корреляции между следующими предметами: русский язык–литература–история–обществознание–английский язык, математика–физика–химия, русский язык–математика.

Корреляционные зависимости академической успеваемости между предметами незначительно выше у учащихся, которые не стали продолжать обучение в школе после 9-го класса. Другими словами, после 9-го класса из школы чаще уходят те ученики, которые показывают примерно одинаковый уровень успеваемости или неуспеваемости по всем предметам. При этом более высокий уровень дифференциации отметок, как правило, является фактором перехода ученика в старшую школу. Далее, по всей видимости, происходит углубление этой дифференциации.

Помимо этого, высокая корреляционная связанность может объясняться и поведением самих учителей. Они зачастую склонны завышать или занижать оценки школьникам, относительно которых уже сформированы определенные ожидания и «приклеены ярлыки». Таким образом, к 9-му классу при негласном содействии учителей может, например, происходить консолидация ученической идентичности школьников, которые планируют покинуть школу. При этом школьники, планирующие переход в 10-й класс, относительно которых не сформированы негативные ожидания, получают более дифференцированные отметки.

Еще один выявленный факт – относительно низкая корреляционная связанность с остальными предметами оценок по физической культуре и технологии. Результат по физической культуре в целом ожидаем. Отсутствие связи успеваемости по этому предмету с общим паттерном успеваемости школьников подтверждается и предоставлением Министерством просвещения Российской Федерации возможности школам перейти от 5-балльной шкалы к бинарной шкале «зачет/незачет».

Несколько сложнее вопрос по предмету «технология». В соответствии с концепцией преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы, «технологическое образование является необходимым компонентом общего образования, предоставляя обучающимся возможность применять на практике знания основ наук, осваивать общие принципы и конкретные навыки преобразующей деятельности человека, различные формы информационной и материальной

культуры, а также создания новых продуктов и услуг». Таким образом, в самой концепции прописана необходимость обеспечения связи между предметом «технология» и естественно-научными дисциплинами, однако эта связь пока не столь интенсивна.

Была также проведена кластеризация школьников методом k-средних. Были определены три кластера (слабые, средние и сильные ученики) относительно предметных областей – русский язык и математика в 9-х и 11-х классах. Далее была определена доля школьников, попадающих в каждый из кластеров относительно успеваемости по разным предметам.

Кластеризация позволила дополнительно подтвердить тезис о существенной консолидации оценок к окончанию основной школы. В 9-м классе в среднем 67% школьников, которые попадают в разряд слабых по русскому языку, попадают в этот кластер и по остальным предметам. По математике этот показатель равен 61%. При этом по окончании старшей школы, в 11-м классе, он снижается до 46% по русскому языку и до 45% по математике.

Эти показатели значительно выше в случае рассмотрения кластера учащихся, отнесенных к разряду сильных. В 9-м классе в среднем 73% учащихся, которые попадают в кластер сильных по русскому языку, попадают в этот кластер и по остальным предметам. По математике этот показатель равен 77%. При этом по окончании старшей школы в 11-м классе этот показатель возрастает до 79% по русскому языку и остается на уровне 77% по математике.

### **Раздел 3. Отечественный опыт аналитического сопровождения системы образования**

«Күнделік» представляет собой проект автоматизированной информационной системы электронных журналов и дневников «Күнделік» для общеобразовательных школ Казахстана как основную веб-версию системы, работающую через персональные компьютеры и смартфоны. Платформа предназначена для учителей, учеников, родителей, администраторов системы образования. Структура электронной образовательной платформы Казахстана представляет большее разнообразие, чем структуры электронных образовательных платформ России и включает такие аспекты, как электронный дневник, карты школ Казахстана, памятка по оценкам, психология школьников, детская безопасность, информационное образование, дополнительное образование (база репетиторов, секций и курсов), школьный дайджест (новости, стандарты, обсуждения), система образования Казахстана (вся информация о системе начального, среднего и высшего образования), инклюзивное образование. На сайте образовательной платформы представлены через всплывающие окна для пользователей визитная карточка каждого учебного заведения, содержащая представление администрации, контакты, новости, юридические и другие документы, объявления, фотогалерею, форум; расписание и уроки; электронный журнал; модуль управления домашними заданиями; отчеты образовательных учреждений. Раздел для родителей идентичен российской платформе Московской электронной школы, там также есть электронный дневник ребенка, отслеживание домашнего задания. На платформе дополнительной опцией представлены ежедневные уведомления о достижениях ребенка и важных школьных мероприятиях. Ученики могут воспользоваться дневником, онлайн-библиотекой, портфолио, а также чатом для общения с другими учениками, что не представлено на российской платформе МЭШ. Важным направлением этого раздела является информационный раздел для сотрудников системы образования — статистика, визитная карточка регионального или местного органа образования, массовая передача личных сообщений с официальной информацией.

Электронная образовательная платформа Казахстана «Назарбаев Интеллектуальные школы» — это платформа интеллектуальных школ, служащих экспериментальной площадкой, осуществляющей разработку, мониторинг, исследование, анализ, апробацию, внедрение и реализацию современных моделей образовательных программ по уровням: дошкольное воспитание и обучение, начальная школа, основная школа и старшая школа. Все данные представлены в открытом формате. Содержание электронной образовательной платформы включает историю интеллектуальных школ, карту интеллектуальных школ Казахстана с описанием каждой школы,

содержание образования в этих школ, пресс-службу, проекты (например, Летняя школа, клуб «TEDx NIS», Наурызовские встречи, конкурс Discover Kazakhstan), обновление образования (трансляция опыта, повышение квалификации).

Для педагогов на портале представлены данные о повышении квалификации, результаты освоения программ повышения квалификации, информация для привлечения иностранных педагогов, учебно-методические комплексы по определенным предметам. Для родителей на портале представлены родительская школа, нормативные акты организации образования, информация о поступлении в школы и основные образовательные результаты школьников по итогам промежуточных проверочных и итоговых аттестационных работ. Для обучающихся на портале представлены данные об элективных курсах и их результатах, данные об олимпиадах и результатах олимпиадных достижений, данные о конкурсах проектных и исследовательских работ и их результатах, иные достижения обучающихся. Для претендентов на поступление в школы на портале освещены правила и результаты конкурсного отбора, образцы заданий для поступления, пробное тестирование и обучающий онлайн-курс. Каждый претендент может проанализировать собственные данные об образовательных результатах выполнения пробных заданий для поступления. Выпускникам школ на электронном портале предоставлен вход в отдельную платформу общественного объединения выпускников — Alumni Nazarbayev Intellectual Schools.

*Мониторинг образовательных достижений обучающихся* (далее – МОДО) – это независимый от образовательных организаций инструмент наблюдения за качеством обучения. Результаты МОДО выявляют соответствие государственному общеобязательному стандарту соответствующего уровня образования, утвержденного приказом министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 604. Мониторинг образовательных достижений обучающихся включает в себя: начальную подготовительную работу и проведение тестирования; работа с результатами проведенного тестирования, обработка и системный анализ; предоставление методической помощи и рекомендаций по обеспечению качества образования. Как сказано в приказе, данные правила распространяются на организации образования независимо от формы собственности, ведомственной подчиненности, вида. Порядок проведения мониторинга образовательных достижений обучающихся Правила проведения мониторинга образовательных достижений обучающихся утверждены приказом МОН РК от 05.05.2021 г. № 204. Мониторинг образовательных достижений обучающихся проводится среди учащихся 4 и 9 классов. Для выпускников младшей школы МОДО проводится в формате

комплексного тестирования. При мониторинге применяются информационно-коммуникационных технологий на языке обучения по трем направлениям.

Как сказано в приказе, данные правила распространяются на организации образования независимо от формы собственности, ведомственной подчиненности, вида.

Правила проведения мониторинга образовательных достижений обучающихся утверждены приказом МОН РК от 05.05.2021 г. № 204. Мониторинг образовательных достижений обучающихся проводится среди учащихся 4 и 9 классов. Для выпускников младшей школы МОДО проводится в формате комплексного тестирования. При мониторинге применяются информационно-коммуникационных технологий на языке обучения по трем направлениям.

Согласно пункту 4 статьи 55, учащиеся в организациях ТиПО будут проходить Мониторинг образовательных достижений обучающихся на втором или третьем курсе. Второкурсники будут сдавать тестирование по общеобразовательным дисциплинам, а студенты, обучающиеся на третьем курсе по профессиональным модулям или общепрофессиональным, специальным дисциплинам. Тестирование для студентов будет проходить на языке обучения, с применением ИКТ. Не принимают участие в тестировании учащиеся, обучение которых проводится на дому (по состоянию здоровья) или в оздоровительных учреждениях санаторного типа для детей, нуждающихся в длительном лечении. Могут не участвовать в МОДО лица, отсутствующие на момент тестирования по объективным причинам (по состоянию здоровья, в случае смерти близких родственников, в связи с участием в соревнованиях и олимпиадах).

МОДО включает в себя подготовку и проведение, обработку и системный анализ результатов тестирования с последующим оказанием методической помощи и выработкой рекомендаций по обеспечению качества образования.

МОДО в 4 классах проводится в форме комплексного тестирования с применением информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ) на языке обучения по трем направлениям функциональной грамотности: грамотность чтения; математическая грамотность; естественнонаучная грамотность.

Структура теста для учащихся 4-х классов:

Грамотность чтения – 10 тестовых заданий;

Математическая грамотность – 12 тестовых заданий;

Естественнонаучная грамотность – 8 тестовых заданий.

Форма тестовых заданий: с выбором одного правильного ответа.  
Время выполнения теста – 75 минут (1 час 15 минут).

Максимальный балл – 30.

МОДО в 9 классах проводится в форме комплексного тестирования с применением ИКТ на языке обучения по трем направлениям функциональной грамотности: грамотность чтения (тексты на русском, казахском и английском языках); математическая грамотность; естественнонаучная грамотность.

Структура теста для учащихся 9-х классов:

Грамотность чтения (казахский язык, русский язык, английский язык) по каждому языку по 10 тестовых заданий, всего 30 тестовых заданий;

Математическая грамотность – 13 тестовых заданий;

Естественнонаучная грамотность (физика, химия, биология, география) по каждому предмету по 8 тестовых заданий, всего 32 тестовых задания.

Форма тестовых заданий: с выбором одного правильного ответа.

Время выполнения теста – 150 минут (2 часа 30 минут).  
Максимальный балл – 75.

Тестирование МОДО в Казахстане проводится ежегодно в апреле на базе организаций среднего образования и в ноябре на базе технического и профессионального, послесреднего образования, в которых обучаются тестируемые. За один месяц до начала тестирования, уполномоченный орган в области образования обеспечивает информирование участников и общественности о работе по подготовке и проведению мероприятия. Также уполномоченный орган определяет перечень организаций, которые участвуют в тестировании.

Результаты МОДО доводятся до сведения организации образования в течение трех рабочих дней после дня его окончания и не имеют правовых последствий. Информация о результатах МОДО размещается на интернет-

ресурсе уполномоченного органа. По результатам МОДО уполномоченный орган направляет организациям образования в течение трех месяцев после дня его окончания, комплексный анализ результатов МОДО, методические рекомендации, подготовленные Республиканским государственным предприятием на праве хозяйственного ведения "Национальная академия образования имени И. Алтынсарина". Уполномоченный орган формирует аналитический отчет, отражающий оценку текущей ситуации в сфере образования для его использования организациями, проводящими рейтинговые исследования, и включения в Национальный доклад о состоянии и развитии системы образования в Республике Казахстан.

*Национальная образовательная база данных* действует с 2012 года. За истекший период НОБД неоднократно претерпевала изменения и совершенствовалась. На сегодня представляет собой объемную базу данных системы образования, претендующую на звание BigData.

Можно констатировать, что обширная статистическая база НОБД способствует мониторингу реализации прав детей на получение образования.

Кроме того, отдельно следует выделить специализированное направление НОБД по охране прав детей, которое включает в себя 13 категорий показателей и индикаторов.

**Таблица 5. Показатели НОБД по охране прав детей**

№	Наименование показателя / индикатора
1	Всего детей-сирот, детей оставшихся без попечения родителей, человек
2	Сведения о специалистах, работающих в системе образования по вопросам защиты прав и законных интересов детей, человек
3	Сведения о движении детей-сирот, детей оставшихся без попечения родителей в организациях МОН РК, МЗ РК, МТСЗН РК, человек
4	Количество случаев перемещения/удержания несовершеннолетнего ребенка без согласия другого родителя/усыновителя/опекуна, единиц
5	Всего урегулировано споров, единиц
6	Количество не урегулированных споров, единиц

7	Данные о судебных спорах, об определении места проживания ребенка, единиц
8	Сведения о трудоустройстве выпускников организаций образования для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, человек
9	Сведения по обеспечению жильем детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей
10	Сведения об усыновлении детей, являющихся гражданами Республики Казахстан, человек
11	Сведения о детях, находящихся в трудной жизненной ситуации, охваченных летним отдыхом и оздоровлением (отчетный период (июнь-август))
12	Сведения о детях, находящихся в трудной жизненной ситуации
13	Сведения о детях-сиротах, детях оставшихся без попечения родителей, количество

*Источник: составлено автором на базе данных НОБД*

Информация по данным критериям затем дезагрегируется по таким критериям как возраст, пол, территориальность и т.д.

Нижеследующие показатели визуализированы во вкладке охрана прав детей в качестве дэшбордов.

**Таблица 6. Показатели, визуализированные в дэшборде НОБД**

<b>№</b>	<b>Наименование показателя / индикатора</b>
<i>1</i>	<i>Количество выпускников</i>
1.1	выпускники из числа детей-сирот и детей ОБПР
1.2	выпускники 9 класса из числа детей-сирот и детей ОБПР



1.3	выпускники 11 класса из числа детей-сирот и детей ОБПР
1.4	выпускники в организациях системы образования для детей-сирот и детей ОБПР
1.5	выпускники 9 класса в организациях системы образования для детей-сирот и детей ОБПР
1.6	выпускники 11 класса в организациях системы образования для детей-сирот и детей ОБПР
2	<i>Количество организаций и детей</i>
2.1	количество организаций для детей-сирот и детей ОБПР
2.2	количество детей в организациях для детей-сирот и детей ОБПР
2.3	количество воспитанников до 18 лет
2.3.1	в т.ч. девочки
2.3.2	в т.ч. мальчики
2.4	количество воспитанников старше 18 лет
2.4.1	в т.ч. девочки
2.4.2	в т.ч. мальчики
3	<i>Обеспечение жильем</i>
3.1	всего детей-сирот и детей ОБПР в организациях системы образования
3.2	имеют закрепленное жилье
3.3	количество воспитанников, нуждающихся в жилье

3.4	доля воспитанников, нуждающихся в жилье
3.5	количество воспитанников, поставленных на учет для получения жилья из государственного фонда
3.6	доля воспитанников, поставленных на учет для получения жилья из государственного фонда

*Источник: составлено автором на базе данных НОБД*

Исходя из представленной информации можно сделать следующий вывод: (1) база НОБД непосредственно взаимосвязана с реализацией права ребенка на качественное образование; (2) в специально выделенной вкладке по охране прав детей дополнительно делается акцент в основном на состоянии дел детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей (далее – ОБПР).

Необходимо отметить, что БНС реализована отдельная веб страница, на которой агрегирована вся имеющаяся статистика по защите прав детей, включая информацию, собираемую в рамках программ исследования международных организаций (<https://bala.stat.gov.kz/>).

В целом страница содержит 12 вкладок, в которых сгруппированы статистические показатели. Перечень групп показателей представлен в нижеследующей таблице.

Таблица 1. Показатели веб страницы по защите прав детей

№	Группа показателей
1	Демографические характеристики
2	Охрана здоровья и здоровый образ жизни
3	Образование
4	Досуг детей
5	Социальная защита детей
6	Дети в контакте с законом
7	Уровень благосостояния и социальное неравенство
8	Занятость подростков
9	Цели устойчивого развития и дети
10	Права ребенка
11	Кластерное обследование по многим показателям (МИКС)
12	TRANSMONEE

*Источник: составлено автором на базе данных с сайта <https://bala.stat.gov.kz/>*

Группы показателей №1-8 включают в себя 87 показателей, в основном это показатели государственной статистики и ведомственные данные государственных органов. Полный перечень этих показателей представлен в Приложении 1. Далее изложим краткое представление по каждому направлению.

Категория «Демографические характеристики» включает в себя набор из 24 показателей, диапазон которых довольно широк и предусматривает индикаторы от рождаемости, смертности, миграции, продолжительности жизни и до численности детей по таким категориям как регион, пол, возраст и т.д.

Категория «Охрана здоровья и здоровый образ жизни» – 20 показателей, которые охватывают такие сферы как заболеваемость, беременность и роды, профилактические меры и общие показатели здравоохранения.

Категория «Образование» – 11 показателей, которые в основном направлены на мониторинг количества дошкольных организаций и школ, а также уровень охвата детей.

Категория «Досуг детей» – 6 показателей, которые в основном показывают сеть и контингент организаций дополнительного образования, кружки и секции, учреждения культуры.

Категория «Социальная защита детей» – 23 показателя, которые охватывают довольно широкий спектр и включают, к примеру, сферы жизни детей-сирот, инвалидов, охват летним отдыхом, численность получателей пособий, обращений уполномоченному по правам человека.

Категория «Дети в контакте с законом» представлена 1 показателем: «Преступность несовершеннолетних по отдельным видам преступлений».

Категория «Уровень благосостояния и социальное неравенство» представлена также 1 показателем: «Динамика доходов населения».

Категория «Занятость подростков» аналогично двум предыдущим категориям включает 1 показатель: «Численность рабочей силы занятого и безработного населения в возрасте 15-17 лет».

#### **Раздел 4. Методические рекомендации по применению «умной аналитики» в организациях среднего образования**

Приложения ИИ не подходят для всех областей содержания или всего спектра образовательных мероприятий, в которых участвуют учителя, должны сосредоточиться на приложениях, которые используют возможности ИИ для решения важных проблем в преподавании. Работа учителей и преподавание, в отличие от повторяющихся задач на производстве, не может быть полностью автоматизирована. Хорошее преподавание — это сложный процесс, требующий творческого подхода, гибкости, импровизации и спонтанности. В то же время учителя должны уметь логически мыслить и применять здравый смысл, сострадание и самообладание для решения повседневных неакадемических вопросов и проблем, возникающих в классе — способности, которых, как известно, не хватает даже самым передовым системам искусственного интеллекта. Помимо предоставления учащимся возможностей для развития узкопроцессуальных знаний и навыков в различных областях содержания (в чем ИИ особенно хорош), школы и учителя должны поддерживать развитие всего ребенка и предоставлять учащимся широкие возможности для развития критического мышления более высокого порядка и навыков общения, а также важных социальных и эмоциональных навыков и менталитета (таких как навыки межличностного общения, самооэффективность и жизнестойкость).

Приложения ИИ лучше всего подходят для выполнения повторяющихся и предсказуемых задач с узкими, четко определенными правилами или для поиска закономерностей в больших многомерных массивах данных, чтобы помочь в принятии решений для конкретной цели. Разработчики продуктов должны продолжать искать возможности в сфере образования K-12, которые используют эти возможности и могут оказать значительное влияние на преподавание и обучение.

Есть три области, в которых решения на основе ИИ показали перспективность для поддержки учителей в сложных областях обучения: адаптивные обучающие системы, которые позволяют учителям дифференцировать обучение на уровне ученика по определенным тематическим областям и навыкам; автоматизированная оценка письменных заданий учеников, которая помогает учителям задавать больше письменных работ в классе; и системы раннего предупреждения, которые предупреждают администраторов и учителей, когда ученикам может потребоваться дополнительная поддержка, чтобы не сбиться с пути и продвигаться к

окончанию школы. Разработчикам следует сосредоточиться на способах применения передовых методов машинного обучения для улучшения существующих возможностей во всех трех областях. Основным ограничивающим фактором будет доступ разработчиков к высококачественным наборам данных для обучения, которые представляют интересующие их группы населения и являются беспристрастными.

Издатели и разработчики продуктов должны предоставлять администраторам, учителям, родителям и учащимся информацию, которая делает прозрачной работу и эффективность приложений машинного обучения. Громкие случаи расовой и гендерной предвзятости, связанные с некоторыми приложениями машинного обучения, привлекли внимание общественности к этой проблеме. Продукты, разрабатываемые для рынка образования, вероятно, будут подвергаться более пристальному вниманию со стороны администраторов и родителей, а также государственных, федеральных и международных регуляторов. Чтобы завоевать доверие пользователей систем, разработчики должны быть прозрачными в отношении ограничений и точности своих моделей; последствий неточных решений для учащихся и учителей; а также того, как модели обучались, включая детали используемых наборов данных и то, как полученные модели оценивались на предмет потенциальной предвзятости.

Необходимо провести независимое и объективное исследование, чтобы понять влияние передовых продуктов на основе ИИ на преподавание и обучение. Хотя приложения машинного обучения оказали значительное влияние на многие области, в настоящее время существует мало доказательств того, что эти методы приносят пользу в классе. В основном это связано с тем, что такие приложения находятся на ранних стадиях разработки и внедрения. По мере появления и внедрения различных продуктов новые исследования, финансируемые федеральным правительством, штатами и промышленностью, должны быть направлены на понимание влияния продуктов на преподавание и обучение и их экономической эффективности по сравнению с существующими подходами. Кроме того, исследования должны быть направлены на понимание непреднамеренных последствий, которые эти системы могут иметь для решений и возможностей обучения в результате возможной предвзятости алгоритмических моделей или неточностей в прогнозах, рекомендациях и обратной связи.

Лучшее применение ИИ в образовании - это расширение возможностей преподавателей путем оказания им помощи в проведении более

эффективных занятий в классе. Применение ИИ в классе, хотя и многообещающее, будет ограничено узким набором методов обучения, поддержки и тематических областей, таких как те, которые освещены в данной статье. В результате, общее влияние ИИ на преподавание и обучение, вероятно, будет скромным по сравнению с его влиянием в других областях, таких как автономный транспорт, медицинская диагностика, робототехника и геномные исследования.

Наиболее эффективные приложения ИИ будут продолжать играть вспомогательную роль, поддерживая, а не заменяя учителя в его работе с учениками в ограниченном наборе содержательных и тематических областей, которые в наибольшей степени поддаются применению подходов ИИ. Наиболее распространенными вариантами использования будут смешанные формы обучения, в которых использование приложений ИИ интегрируется в преподавание под руководством учителя и занятия в классе. Достижения в области машинного обучения, вероятно, приведут к усовершенствованию существующих систем адаптивного обучения на основе правил, автоматизированного анализа письменных работ и систем раннего предупреждения, хотя в настоящее время имеется мало убедительных доказательств в поддержку этого утверждения. Чтобы использовать возможности машинного обучения в образовании по мере развития ИИ, разработчикам продуктов и издателям необходимо решить важные задачи и проблемы, включая обеспечение доступа к соответствующим наборам обучающих данных, навигацию и соблюдение правил конфиденциальности данных, защиту от предвзятости алгоритмов и повышение прозрачности моделей для повышения уверенности и доверия пользователей.

## Заключение

За последнее десятилетие аналитика обучения привлекла значительное внимание в контекстах неформального и формального обучения благодаря своему потенциалу для мониторинга, поддержки, оценки и управления обучением учащихся, а также для облегчения работы руководителей организации образования и педагогов. Формы аналитики обучения становятся все более популярными, особенно учитывая последствия пандемии COVID-19 и то, как она привлекла внимание к ценности онлайн-обучения.

Конфиденциальность данных учеников и опасения родителей - это лишь два фактора, которые необходимо тщательно учитывать при планировании внедрения инструментов аналитики обучения на школьном уровне. Другие факторы, связанные со школой, которые еще не до конца понятны, относятся к нетехническим аспектам внедрения, таким как интеграция различных точек зрения заинтересованных сторон, различных потребностей, специально разработанное профессиональное развитие и потенциально способы борьбы с нежеланием конечных пользователей (из-за нехватки времени и расписания учащихся) или слабого понимания функциональности и использования аналитики обучения.

Учебная аналитика все еще находится в зачаточном состоянии в секторе среднего образования. Для того, чтобы она была успешной в поддержке учащихся в развитии способности к обучению интеграция этого инструмента должна быть совместной работой между учреждениями, стимулирующими изменения, учителями, применяющими изменения, и учащимися, которые создают эти изменения. Общие рекомендации предполагают, что для использования в средней школе с целью повышения успешности учащихся необходимо создать прозрачную политическую основу, поддерживающую использование учебной аналитики. Предлагается четко определить намерения, чтобы аналитика использовалась надлежащим образом, руководствуясь педагогикой и сотрудничеством педагогов, а не **сравнительными тенденциями отдельных учебных заведений**. В образовании наблюдается растущая тенденция к измерению большего объема обучения, что обусловлено большей подотчетностью перед заинтересованными сторонами; аналитика обучения является четким механизмом для поддержки этой потребности и может дополнить навыки педагога, чтобы фиксировать компетенции, которые развивают более целостное представление об учащемся.

## Список использованной литературы

1. Adams-Becker, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). NMC Horizon Report: 2018 higher education edition. Louisville: EDUCAUSE. ISBN 978-0-9906415-8-2.
2. Agasisti, T., Bowers, A.J. (2017) Data Analytics and Decision-Making in Education: Towards the Educational Data Scientist as a Key Actor in Schools and Higher Education Institutions. In Johnes, G., Johnes, J., Agasisti, T., López-Torres, L. (Eds.) Handbook of Contemporary Education Economics (p.184-210). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing. ISBN: 978-1-78536-906-3 <http://www.e-elgar.com/shop/handbook-of-contemporary-education-economics>
3. Clare Baek & Tenzin Doleck (2021): Educational Data Mining versus Learning Analytics: A Review of Publications From 2015 to 2019, Interactive Learning Environments, <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1943689>
4. Di Mitri, D., Schneider, J., Specht, M., & Drachsler, H. (2018). From signals to knowledge: A conceptual model for multimodal learning analytics. Journal of Computer Assisted Learning, 34(4), 338–349. <https://doi.org/10.1111/jcal.12288>
5. ElSayed, N. A. M., Thomas, B. H., Marriott, K., Piantadosi, J., & Smith, R. T. (2016). Situated analytics: Demonstrating immersive analytical tools with augmented reality. Journal of Visual Languages and Computing, 36, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2016.07.006>
6. Gunawardena, A. (2017). Brief survey of analytics in K12 and higher education. International Journal on Innovations in Online Education, 1(1), 24. <https://doi.org/10.1615/intjinnovonlineedu.v1.i1.80>
7. Halverson, R., Grigg, J., Prichett, R., & Thomas, C. (2015). The New Instructional Leadership: Creating Data-Driven Instructional Systems in School (2007). Journal of School Leadership, 25(3), 447–481. <https://doi.org/10.1177/105268461502500305>
8. Howell, J. A., Roberts, L. D., Seaman, K., & Gibson, D. C. (2018). Are we on our way to becoming a “Helicopter University”? Academics’ views on learning analytics. Technology, Knowledge and Learning, 23(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s10758-017-9329-9>
9. Jülicher, T. (2018). Education 2.0: Learning Analytics, Educational Data Mining and Co.. In: Hoeren, T., Kolany-Raiser, B. (eds) Big Data in Context. SpringerBriefs in Law. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-62461-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-62461-7_6)
10. Khalil, M., & Ebner, M. (2015). A STEM MOOC for school children – What does learning analytics tell us? Proceedings of 2015 International conference on interactive collaborative learning, ICL 2015, (September), pp.



- 1217–1221. <https://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318212>
11. Kovanovic, V., Mazziotti, C., & Lodge, J. (2021). Learning Analytics for Primary and Secondary Schools. *Journal of Learning Analytics*, 8(2), 1-5. <https://doi.org/10.18608/jla.2021.7543>
  12. McBurnie, C., Beoku-Betts, I., Waistell, D., Nallo, M. (2021). Advancing Data-Driven Decision-Making for School Improvement: Findings from the One Tablet Per School User Testing Programme in Sierra Leone. [Working paper 29]. <https://doi.org/10.53832/edtechhub.0066>
  13. Mor, Y., Ferguson, R., & Wasson, B. (2015). Editorial: Learning design, teacher inquiry into student learning and learning analytics: A call for action. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 221–229. <https://doi.org/10.1111/bjet.12273>
  14. Murphy Robert F. (2019) Artificial Intelligence Applications to Support K–12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Opportunities, and Challenges <http://www.jstor.com/stable/resrep19907>
  15. S. Ranjeeth, T. P. Latchoumi, M. Sivaram, A. Jayanthiladevi and T. S. Kumar (2019): Predicting Student Performance with ANNQ3H: A Case Study in Secondary Education, International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), 2019, pp. 603-607, <https://doi.org/10.1109/ICCIKE47802.2019.9004387>
  16. Slade, S., & Prinsloo, P. (2013). Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1510–1529. <https://doi.org/10.1177/0002764213479366>
  17. Spencer, J. A. (2014). Data-Driven School Administrator Behaviors and State Report Card Results. (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://scholarcommons.sc.edu/etd/2705>
  18. U.S. Department of Education, Office of Educational Technology (2012) Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and Learning Analytics: An Issue Brief <http://www.ed.gov/technology>
  19. UNESCO International Institute for Educational Planning, UNICEF, Global Partnership for Education, Foreign & Commonwealth Development Office (2021) Education Sector Analysis Methodological Guidelines Volume III <https://www.unicef.org/media/101366/file/Education%20Sector%20Analyses%20-%20Volume3.pdf>
  20. UNESCO International Institute for Educational Planning, World Bank, United Nations Children's Fund (2014) Education sector analysis methodological guidelines. Vol. 1: Sector-wide analysis, with emphasis on primary and secondary education <https://www.iiep.unesco.org/en/publication/education-sector-analysis-methodological-guidelines-vol-1-sector-wide-analysis-emphasis>
  21. UNESCO International Institute for Educational Planning, World Bank, United Nations Children's Fund (2014) Education sector analysis

- methodological guidelines. Vol. 2: Sub-sector specific analysis <https://www.iiep.unesco.org/en/publication/education-sector-analysis-methodological-guidelines-vol-2-sub-sector-specific-analysis>
22. Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2018). The current landscape of learning analytics in higher education. *Computers in Human Behavior*, 89(July), 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.027>
23. Большие данные в образовании: DATA-ANTHROPO для политик и практик развития / Автор-составитель О.А. Агатова. – М. : Наука, 2022. – 199 с.
24. Моисеев А. М., Моисеева О. М. Концептуальные основы и методы анализа образовательных систем. - М.: «Рос.полит. энциклопедия» (РОССПЭН), 2004. - 240 с.
25. Фиофанова О. А. Big Data в российском образовании: методы анализа данных в образовании и развитии человека, цифровые сервисы данных. Материалы международной конференции «Digital Society». [http://www.instrao.ru/images/publication/Fiofanova\\_OA\\_Digital\\_Society\\_2020.pdf](http://www.instrao.ru/images/publication/Fiofanova_OA_Digital_Society_2020.pdf)
26. Фиофанова О. А. Анализ современного состояния исследований в области управления образованием на основании данных // Ценности и смыслы. 2020. № 1. [http://www.instrao.ru/images/publication/ФиофановаОА\\_Ценности\\_и\\_смыслы\\_1-2020.pdf](http://www.instrao.ru/images/publication/ФиофановаОА_Ценности_и_смыслы_1-2020.pdf)
27. Фиофанова О. А. Методы анализа образовательных данных и способы их применения в педагогической и управленческой практике в сфере образования // Школьные технологии. 2020. № 1. [http://www.instrao.ru/images/publication/Фиофанова\\_ОА\\_Школьные\\_технологии\\_1-2020ж.pdf](http://www.instrao.ru/images/publication/Фиофанова_ОА_Школьные_технологии_1-2020ж.pdf)
28. Фиофанова, О. А. Анализ больших данных в сфере образования: методология и технологии: монография — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2020. — 200 с.

## БАЗОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМЕТРИКИ

### 1. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОНОМЕТРИКИ

Целью большинства эмпирических исследований в экономике является тестирование и измерение возможной взаимосвязи (или ассоциаций) между двумя или более явлениями. Это относится к таким случаям, например, когда нужно узнать ассоциируется ли определенная переменная с вариацией/изменением в другой переменной и узнать, в какой степени это происходит. Например, повышает ли дополнительный год обучения заработную плату работников? Или улучшает ли уменьшение количества учеников в классе успеваемость обучающихся?

*Пример:* если нужно оценить эффект или влияние последней образовательной политики (такой, как введение новых видов обучения учителей) на уровни выбытия детей из школы, то эконометрический инструмент поможет протестировать и измерить ассоциации между тем видом обучения и выбытием из школы. Эконометрика поможет в этом случае проверить наличие или отсутствие взаимосвязи между видом обучения и выбытием из школы.

Другим интересным аспектом эконометрики является то, что она делает возможным выйти за рамки простого бивариантного анализа (означает анализ только между двумя переменными). Действительно, эконометрика предоставляет механизм, позволяющий провести анализ взаимоотношений, где одна переменная может ассоциироваться с несколькими другими переменными.

*Пример:* Для анализа возможных детерминантов, ассоциируемых с успеваемостью обучающихся, возможно понадобится учесть изначальный уровень обучения обучающихся, а также количество других переменных, таких, как обучающая среда, размер класса, квалификация педагога, семейная ситуация учеников и т.д.

Таким образом, в дополнение к **интересующим** нас поясняющим переменным, однозначно необходимо рассмотреть все другие (измеримые) переменные, которые, априори, влияют на переменные, которые надо объяснить (**зависимые переменные**). Они обычно называются **детерминантами** или **контрольными**, или **поясняющими переменными**.

Эконометрический анализ часто начинается с подготовки **теоретической модели**, целью которой является описание теоретических взаимосвязей или передачи механизмов, через которые поясняющие переменные предположительно ассоциируются с **зависимой переменной**.

Затем, **эконометрическая** или **эмпирическая модель** математически отобразит взаимосвязь, описанную теоретической моделью, в виде одного или нескольких уравнений. Это позволит протестировать прогнозы/предположения и измерить ассоциации каждой поясняющей переменной с зависимой переменной, при условии, что все другие переменные остаются неизменными (при прочих равных).

Используемая соответствующая техника оценки будет зависеть от взаимосвязи, которую надо проанализировать, характера переменных и вида имеющихся данных. Существует обширная эконометрическая литература по регрессионным техникам и их использованию. Здесь представлены две простые техники, являющиеся основой всех других: (i) подход по методу наименьших квадратов (МНК), используемый, когда зависимая переменная является количественной и тестируемая модель является линейной; и (ii) логистическая регрессия, используемая, когда зависимая переменная является качественной.

### ***Модель линейной регрессии***

Когда необходимо установить значимость и степень ассоциации между переменными, возникают два фундаментальных вопроса:

1. Какая статистическая модель наилучшим образом описывает взаимосвязь между переменными, которые подлежат анализу? Например, является более целесообразным использовать линейную или экспоненциальную зависимость?

2. После выбора подходящей модели, как, с помощью использования имеющихся данных, можно оценить параметры модели?

Формально, предположив, что зависимость является линейной, модель может быть написана следующим образом:

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + E^i$$

Где:

- $Y$  является зависимой или объясняемой переменной, чьи значения определяются теми значениями поясняющих переменных  $X_i$ ;
- $b_0, b_1, \dots, b_K$  являются параметрами регрессионной модели;
- $X_1, \dots, X_K$  являются серией поясняющих переменных; и
- $E$  (величина погрешности) приходится на ненаблюдаемые переменные, которые влияют на  $Y$  и поэтому не рассматриваются в модели.

### *Модель логистической регрессии*

В отличие от предыдущего случая, в логистической регрессии (также известной как логит или пробит модель), переменная  $Y$  является качественной. Для упрощения, случай, где  $Y$  может только предполагать два значения, представлен здесь: успех или провал; грамотность или безграмотность; обученный или необученный преподаватель и т.д. В данном случае зависимая переменная  $Y$  называется **бинарной (или фиктивной)** в том, что она принимает значение или 1 или 0. Формально, мы имеем следующее:

$$P(Y=1) = F(b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_KX_K + E)$$

Где  $F$  является функцией логистического распределения.

*Критерий Стьюдента  $t$*  относится к одним из наиболее давно разработанных и широко используемых статистических критериев. Чаще всего он применяется для проверки нулевой гипотезы о равенстве средних значений двух совокупностей, хотя существует также и одновыборочная модификация этого метода.

Начать, пожалуй, следует с математических допущений, на которых основан критерий Стьюдента. Основных таких допущений, как известно, два:

- сравниваемые выборки должны происходить из нормально распределенных совокупностей;
- дисперсии сравниваемых генеральных совокупностей должны быть равны.

Кроме того, в своей исходной форме  $t$ -критерий предполагает независимость сравниваемых выборок.

Проверка указанных требований применительно к анализируемым данным должна всегда предшествовать формальному статистическому

анализу, в котором задействован критерий Стьюдента (к сожалению, многие исследователи забывают об этом). Отметим, однако, что условие нормальности распределения данных становится не таким жестким при больших объемах выборок, а для выборок с разными дисперсиями существует особая модификация *t*-критерия. Кроме того, если сам по себе *t*-критерий корректно отражает степень различия выборок, но неверно оценивается его статистическая значимость с использованием таблиц стандартного распределения Стьюдента, то для решения этой проблемы и расчета *p*-значения, не зависящего от законов распределения, с успехом могут использоваться методы рандомизации и бутстрепа.

*Одновыборочный t-критерий.* Этот вариант критерия Стьюдента служит для проверки нулевой гипотезы о равенстве среднего значения ( $\mu_1$ ) генеральной совокупности, из которой была взята выборка, некоторому априори известному значению ( $\mu_0$ ):

$$H_0: \mu_1 = \mu_0.$$

В общем виде проверка (или, иными словами, «тестирование») этой гипотезы выполняется при помощи *t*-критерия, который рассчитывается как отношение разницы между выборочным средним и известным значением к стандартной ошибке выборочного среднего:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S_{\bar{x}}}$$

Рассчитанное значение критерия мы можем далее интерпретировать следующим образом, исходя из свойств *t*-распределения: если это значение попадает в так называемую область отклонения нулевой гипотезы, то мы вправе отвергнуть проверяемую нулевую гипотезу. Область отклонения нулевой гипотезы для критерия Стьюдента определяется заранее принятым уровнем значимости (например,  $\alpha = 0.05$ ) и числом степеней свободы.

Эквивалентным подходом к интерпретации результатов теста будет следующий: если допустить, что нулевая гипотеза верна, то мы можем рассчитать, насколько велика вероятность получить *t*-критерий, равный или превышающий то реальное значение, которое мы нашли по имеющимся выборочным данным. Если эта вероятность оказывается меньше, чем заранее принятый уровень значимости (например,  $p < 0.05$ ), мы вправе отклонить проверяемую нулевую гипотезу. Именно такой подход сегодня используется

чаще всего: исследователи приводят в своих работах р-значение (то есть достигнутый уровень значимости), которое легко рассчитывается при помощи статистических программ.

*Сравнение двух независимых выборок.* При сравнении двух выборок проверяемая нулевая гипотеза состоит в том, что обе эти выборки происходят из нормально распределенных генеральных совокупностей с одинаковыми средними значениями:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Поскольку эти генеральные средние мы оцениваем при помощи выборочных средних значений, формула *t*-критерия приобретает вид

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{S_{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}}$$

где  $\bar{x}_2 - \bar{x}_1$  – средние значения сравниваемых выборок, а  $S_{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}$  стандартная ошибка разности средних, формула для расчета которой определяется тем, одинаковы ли размеры сравниваемых выборок.

Поскольку на практике зачастую нет оснований предполагать, что выборки происходят из генеральных совокупностей с одинаковыми дисперсиями, обычно используют критерий Стьюдента в *модификации Уэлча* («*Welch's t-test*»):

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Если  $H_0$  верна, то значение критерия является случайным числом из *t*-распределения с  $(n_1 + n_2 - 2)$  степенями свободы, и ее интерпретация выполняется точно так же, как и в случае с одной выборкой. При использовании *t*-критерия модификации Уэлча число степеней свободы рассчитывается по более сложной формуле.

В знаменателе приведенной формулы находится стандартная ошибка разницы между выборочными средними, которая в общем виде рассчитывается как

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}},$$

где  $s_1^2$  и  $s_2^2$  - выборочные оценки дисперсии. При соблюдении условия о равенстве групповых дисперсий приведенная формула приобретает более простой вид. Интерпретация  $t$ -критерия, рассчитанного для двух выборок, выполняется точно так же, как и в случае с одной выборкой.

*Сравнение двух зависимых (= парных) выборок. Зависимыми, или парными, являются две выборки, содержащие результаты измерений какого-либо количественного признака, выполненных на одних и тех же объектах. Во многих исследованиях какой-то определенный отклик измеряется у одних и тех же объектов до и после экспериментального воздействия. При такой схеме эксперимента исследователь более точно оценивает эффект воздействия именно потому, что прослеживает его фактически у каждого уникального объекта.*

Но как в таких случаях оценить наличие эффекта от воздействия статистически? В общем виде критерий Стьюдента можно представить как

$$t = \frac{\text{оценка параметра} - \text{истинное значение параметра}}{\text{ст. ошибка оценки параметра}}$$

Нас интересует «истинное значение параметра» - среднее изменение какого-либо количественного признака как результат экспериментального воздействия - обозначим его  $\delta$ . Оценкой этого истинного параметра является наблюдаемое (выборочное) среднее изменение признака. Тогда  $t$ -критерий примет вид



$$t = \frac{\bar{d} - \delta}{S_{\bar{d}}}$$

Если нулевая гипотеза заключается в равенстве истинного эффекта нулю, формула для *парного критерия Стьюдента* примет вид

$$t = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

### *Ранговый критерий Уилкоксона-Манна-Уитни*

Как описано выше, одно из важных условий корректного применения критерия Стьюдента состоит в том, что анализируемые выборки происходят из нормально распределенных генеральных совокупностей. В случаях, когда это условие не выполняется, вместо критерия Стьюдента следует использовать его непараметрический аналог – *критерий Уилкоксона (Wilcoxon rank test)*.

### *Одновыборочный критерий Уилкоксона*

Этот вариант критерия («*Wilcoxon signed rank test*») служит для проверки нулевой гипотезы о том, что анализируемая выборка происходит из симметрично распределенной генеральной совокупности с центром в точке  $\mu_0$ . Алгоритм метода заключается в следующем:

- $\mu_0$  вычитают от каждого выборочного значения;
- получившиеся величины ранжируют по возрастанию, игнорируя знак;
- ранговые номера со знаком + суммируют, получая величину  $V$ ;
- критерий  $V$  сравнивают с критическим значением для заданного уровня значимости и числа степеней свободы.

Альтернативный вариант интерпретации результатов теста заключается в нахождении условной вероятности случайным образом получить значение критерия, равное или превышающее эмпирическую величину  $V$ , при условии истинности нулевой гипотезы.

### *Сравнение двух независимых выборок*

Если сравниваемые выборки являются независимыми, то мы имеем дело с критерием Уилкоксона, который в англоязычной литературе называют «*Wilcoxon rank sum test*» (этот метод называют также методом Манна-Уитни). Проверяемая с его помощью нулевая гипотеза состоит в том, что центры распределений, из которых происходят сравниваемые выборки, смещены относительно друг друга на величину  $\mu$  (например,  $\mu = 0$ ). Алгоритм метода состоит в следующем:

- все имеющиеся значения ранжируют, игнорируя их знак;
- ранги значений, принадлежащих к первой группе, суммируют, получая величину  $W$ ;
- $W$  сравнивают со значением, которое можно было бы ожидать при верной нулевой гипотезе и имеющемся числе степеней свободы.

Альтернативный подход – расчет вероятности случайным образом получить значение  $W$ , равное или превышающее наблюдаемое значение (при условии истинности нулевой гипотезы).

#### *Сравнение двух зависимых выборок*

Понятие «зависимые», или «связные», выборки обсуждалось по критерию Стьюдента. Сейчас для нас более важен тот факт, что обе сравниваемые выборки происходят из ненормально распределенных генеральных совокупностей. Это дает нам весомые основания выполнить сравнение при помощи парного рангового критерия Уилкоксона.

Как и в парном тесте Стьюдента, находят разницу между всеми имеющимися парными выборочными наблюдениями с целью проверить нулевую гипотезу о том, что медиана полученных разностей равна нулю (либо какому-то другому, отличному от нуля значению). Здесь (псевдо)медианой распределения  $F$  называют медиану распределения  $(u + v)/2$ , где  $u$  и  $v$  являются независимыми переменными, каждая из которых имеет распределение  $F$ . Если распределение  $F$  симметрично, псевдомедиана и медиана совпадают.

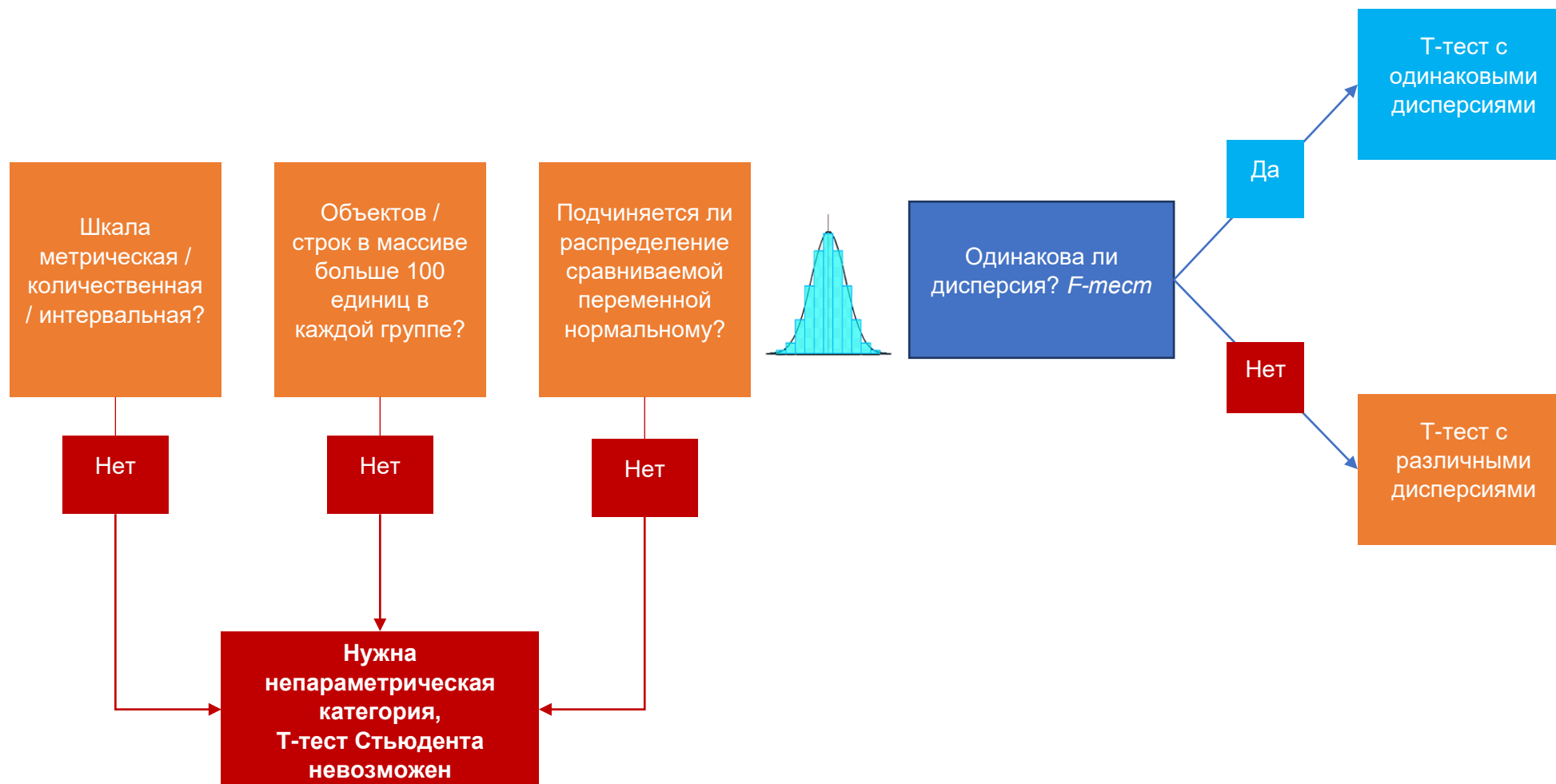
## Типы шкал переменных и их отличия

Шкала переменной	Суть	Используемый тип данных	Пример	Обычно записывается в массиве	Мат. операции (что можно по шкале посчитать)
<b>Номинальная</b>	Наименования, цифры ничего не значат кроме названия \ категории	Строка \ Текст (может содержать числа, но, по сути, они являются текстом, ибо не имеют эмпирического значения)	Город, пол, ФИО, школа, класс	Текстом, но бывает и цифрами. Если записана цифрами, то цифры математически ничего не значат, кроме как кода для названия (например, муж=1, жен=0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> </ul> Количество по категории (количество М и Ж, количество городов). <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>• % по категории</li> <li>•</li> <li>• Мода (самое часто встречаемое значение)</li> </ul>
<b>Порядковая</b>	Показывает степень проявления чего-либо, порядковое место (1,2,3-й). Но не дает точного представления о масштабах, разнице, размерах.	Строка\Текст Целое число	Звание, уровень дохода, высокий-средний-низкий; много-мало, нравится-так себе – не нравится; сильно-слабо; место...	Цифрами, но часто обозначают текстом. Если записана текстом, то можно сделать только классификации как в номинальной	Средние ранги, суммы, и др. расчетные показатели. Если текст – то только количество, % и мода (но текст можно сменить на цифры).
<b>Количественная (метрическая) - интервальная</b>	Отражает реальные размерности \ расстояния между объектами. Дает точную числовую разницу. Самая информативная шкала – и ее еще и легко превратить в порядковую или номинальную, выделив категории	Число (целые и десятичные, валюта, %...) Дата (обязательна для анализа временных рядов)	Точное время, за которое заполнен тест. Возраст. IQ. Количество ошибок.	Только цифрами	Любые математические операции (кроме деления на 0, а в некоторых программах даже на 0 можно разрешать деление), вычисление любых показателей: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Сумма</li> <li>• Среднее</li> <li>• Максимум</li> <li>• Минимум</li> <li>• Перцентили</li> <li>• Различные метрики...</li> </ul>

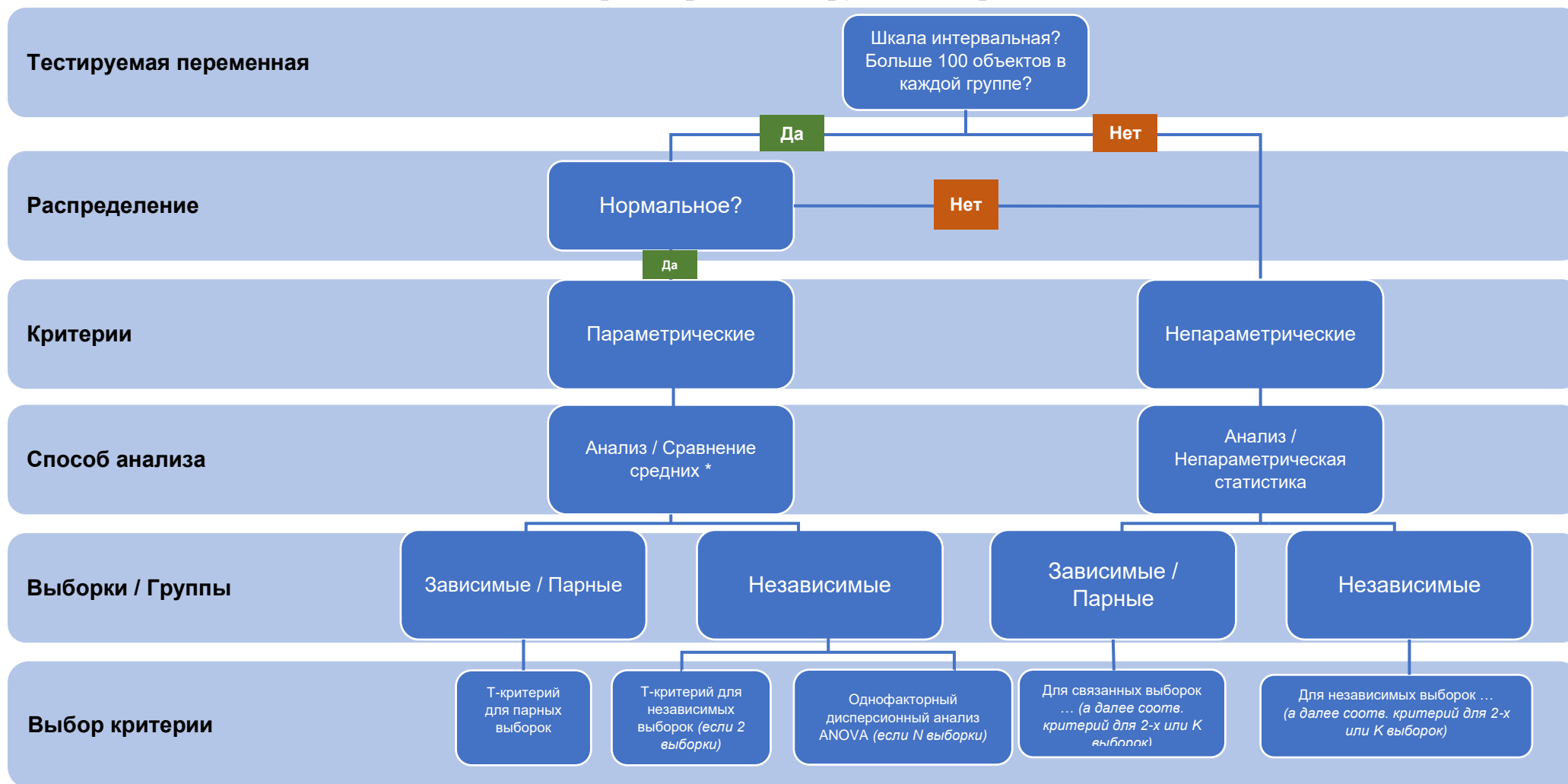
**Виды критерий анализа выборки и их различия**

	<b>Параметрическая (более точная, но и чувствительная \ капризная)</b>	<b>Непараметрическая (менее точная в значениях, но нетребовательная)</b>
<b>Распределение переменной</b>	Нормальное	Любое
<b>Количество объектов анализа (строк)</b>	Не менее 100 (если сравниваются группы, к примеру М и Ж – то не менее 100 в каждой)	От 10
<b>Шкала</b>	Метрическая (количественная, интервальная). На практике допустимо брать порядковые переменные, в которых не менее 5 значений (принимаются за условно интервальную шкалу)	Любая шкала, но по номинальной могут быть нюансы (многие множественные номинальные для отдельных методов нужно превращать в дихотомии: т.е., сводить все значения к 2-м значениям\категориям)

### Алгоритм проведения Т-теста



### Алгоритм сравнения групп / выборок



\*- можно использовать ОБЩУЮ ЛИНЕЙНУЮ МОДЕЛЬ (когда надо оценить влияние и взаимодействие факторов-категориальных переменных), где для независимых выборок ОЛМ-ОДНОМЕРНАЯ, а для зависимых ОЛМ-ПОВТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

**Корреляционный анализ и переменные**

Шкала переменной X	Шкала переменной Y	Необходимый коэффициент корреляции
Интервальный (норм.)	Интервальный (норм.)	Пирсон
Порядковый	Интервальный	Спирмен или Кэндал
Порядковый	Порядковый	Кэндал или Гамма
Дихотомия или номинальный	Дихотомия или номинальный	Фи и V Крамера
Номинальный	Интервальный	Эта
Дихотомия	Порядковый	Рангово-биссеральный
Дихотомия	Интервальный	Биссеральный

## Инструменты визуализации данных

### 1. Google Диаграммы

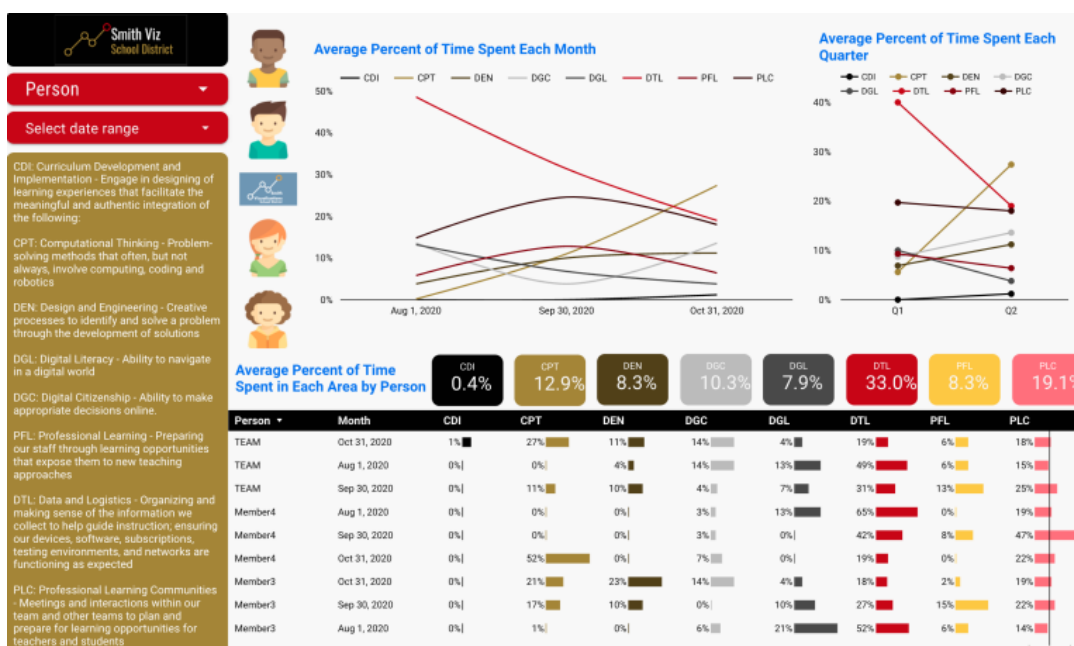
Google Charts — это набор инструментов для построения диаграмм на основе чистого JavaScript, который добавляет интерактивные функции построения диаграмм в веб-приложения, которые могут отображать широкий спектр диаграмм.

Это облачный интерактивный инструмент, который создает графические диаграммы на основе информации, предоставленной пользователями.

SVG используется для создания диаграмм в стандартных браузерах, таких как Chrome, Firefox, Safari и Internet Explorer (IE). VML используется для рисования графики в старом IE 6.

Он имеет открытый исходный код и может использоваться бесплатно в некоммерческих целях. Он также допускает динамическую загрузку данных с сервера и контролирует данные с помощью функций обратного вызова.

Это отличный инструмент для отображения данных на вашем сайте. Галерея диаграмм содержит широкий спектр готовых к использованию форматов диаграмм, от простых линейных диаграмм до сложных иерархических древовидных карт.





## *Главные Преимущества*

- Графики можно настроить, как угодно.
- Получите доступ к вашим данным в режиме реального времени.
- Он включает в себя большое портфолио интерактивных диаграмм.
- Карты Google доступны на платформах Android и iOS.
- Он работает с различными веб-браузерами.

## **2. FusionCharts**

FusionCharts позволяет создавать визуально привлекательные информационные панели для онлайн-приложений и мобильных приложений.

Благодаря подробной документации, кросс-браузерной совместимости и стандартному API добавление интерактивных и адаптивных диаграмм стало проще, чем когда-либо. Вы можете экспортировать диаграммы с помощью FusionCharts.

FusionExport работает на вашем сервере, в отличие от FusionCharts, который работает на клиенте или в браузере. Когда вы загрузите FusionExport, вы получите двоичный файл, который вы должны запустить на своем сервере так же, как и любой другой сервис.

Вы можете подключить его к своему серверу с помощью FusionExport SDK или API конечные точки. Единственное, что объединяет FusionCharts и FusionExport, это то, что они оба принимают данные в формате JSON.

FusionExport позволяет сохранять панели мониторинга в виде изображений или PDF-файлов. Электронные письма, вложения и документы для печати могут быть отправлены с использованием созданных файлов. Он поддерживает форматы изображений, такие как PNG и JPG, а также векторные форматы, такие как SVG и PDF.



### *Главные Преимущества*

- FusionCharts обогащает ваши информационные панели и мониторы датчиками и ключевыми показателями эффективности, а также воронкообразными и пирамидальными диаграммами.
- Для ваших отчетов и информационных панелей существует более 50 типов диаграмм, включая все наиболее часто используемые диаграммы, такие как столбчатые, линейные и круговые.
- Интегрируйтесь с любой инфраструктурой JavaScript или серверным языком программирования за считанные секунды.
- Наносите на карту критически важные бизнес-данные, такие как доход по районам, с более чем 2000 карт FusionMaps XT, основанных на данных.
- Включены тепловые и древовидные карты, радар и статистические диаграммы.

### **3. Power BI**

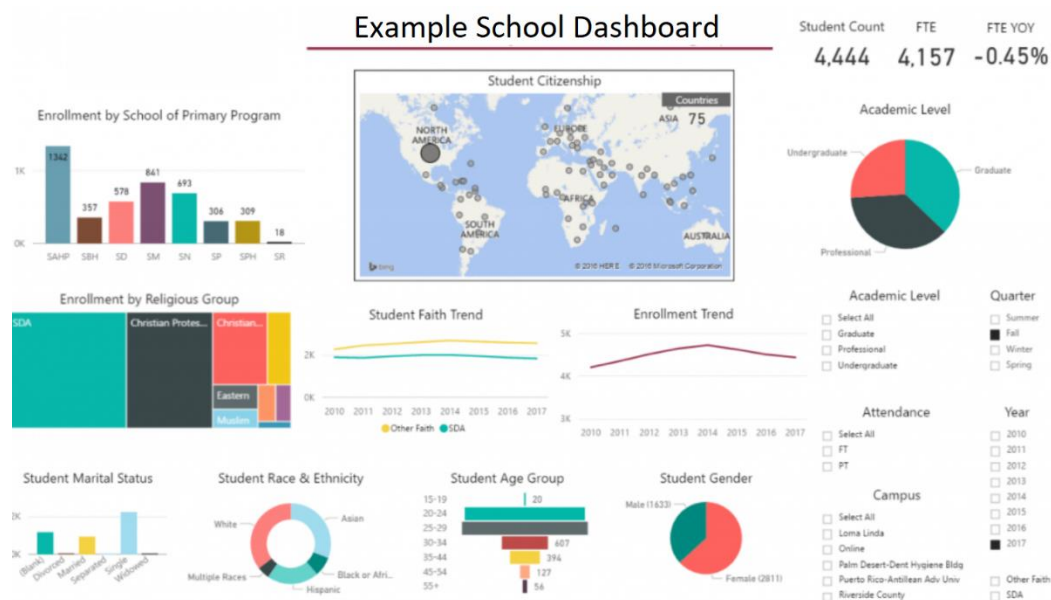
Microsoft Power BI — это технология визуализации данных, цель которой сегодня — привить культуру бизнес-аналитики на основе данных во всех организациях. С этой целью он предоставляет аналитические инструменты самообслуживания, которые можно использовать для анализа, агрегирования и распределения данных осмысленными способами.

Он предоставляет своим пользователям сотни визуализаций данных, а также встроенные возможности искусственного интеллекта и подключения к Excel.

Power BI может получать доступ к огромным объемам данных из различных источников. Это позволяет вам исследовать, анализировать и визуализировать огромные объемы данных, которые Excel не может открыть.

Excel, CSV, XML, JSON, pdf и другие важные источники данных доступны для Power BI.

Он импортирует и кэширует данные из файлов .PBIX, используя передовые методы сжатия. Power BI повышает визуальную привлекательность данных. Он предлагает простой интерфейс перетаскивания и возможности, которые позволяют дублировать все форматирование в сопоставимых визуализациях.



### Главные Преимущества

- Power BI предоставляет обновления панели мониторинга в режиме реального времени.
- Гибридный дизайн прост в использовании.
- Используя систему SaaS, вы можете быстро управлять отчетами.
- Позволяет исследовать данные с помощью запросов на естественном языке.
- Предоставляет возможность визуализации панели мониторинга, которая постоянно обновляется вместе с сообществом.
- Он обеспечивает безопасное и надежное подключение к вашим источникам данных, будь то в облаке или локально.

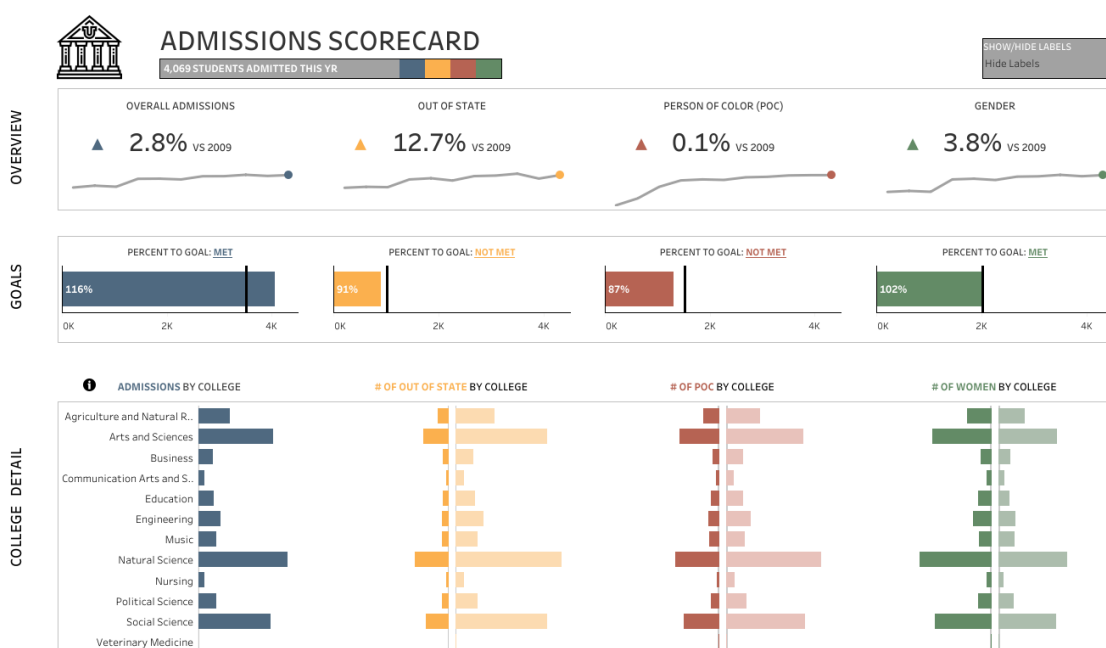
### 4. Tableau

Tableau — это быстро развивающийся инструмент визуализации, который используется для различных коммерческих приложений. Таблица — это мощный инструмент для улучшенной визуализации данных для создания понятной графики, которую можно связать с любой базой данных.

Это один из лучших инструментов визуализации для обмена визуализациями с другими. Tableau — это приложение для визуализации данных, которое аналитики данных, ученые, статистики и другие лица могут использовать для представления данных и формирования четкого мнения на основе анализа данных.

Tableau хорошо известен своей способностью быстро обрабатывать данные и обеспечивать необходимую визуализацию данных. Что касается типа и формата данных, таблица может работать как с организованной, так и с неструктурированной информацией, и она может быть доступна на любом языке программирования, включая R, Python, SAS и другие.

Tableau не требует никаких технических знаний или знаний в области программирования. Таким образом, любой человек с нетехническим образованием может использовать его.



### Главные Преимущества

- Он предоставляет широкий спектр решений для защиты данных без необходимости написания сценариев.
- Эта программа доступна в нескольких версиях, включая сервер Tableau, облачную версию и настольную версию.
- Tableau поможет вам решить большие проблемы, связанные с данными.
- Умеренная скорость с возможностью настройки и улучшения темпа процесса.
- Его можно интегрировать с более чем 250 приложениями.

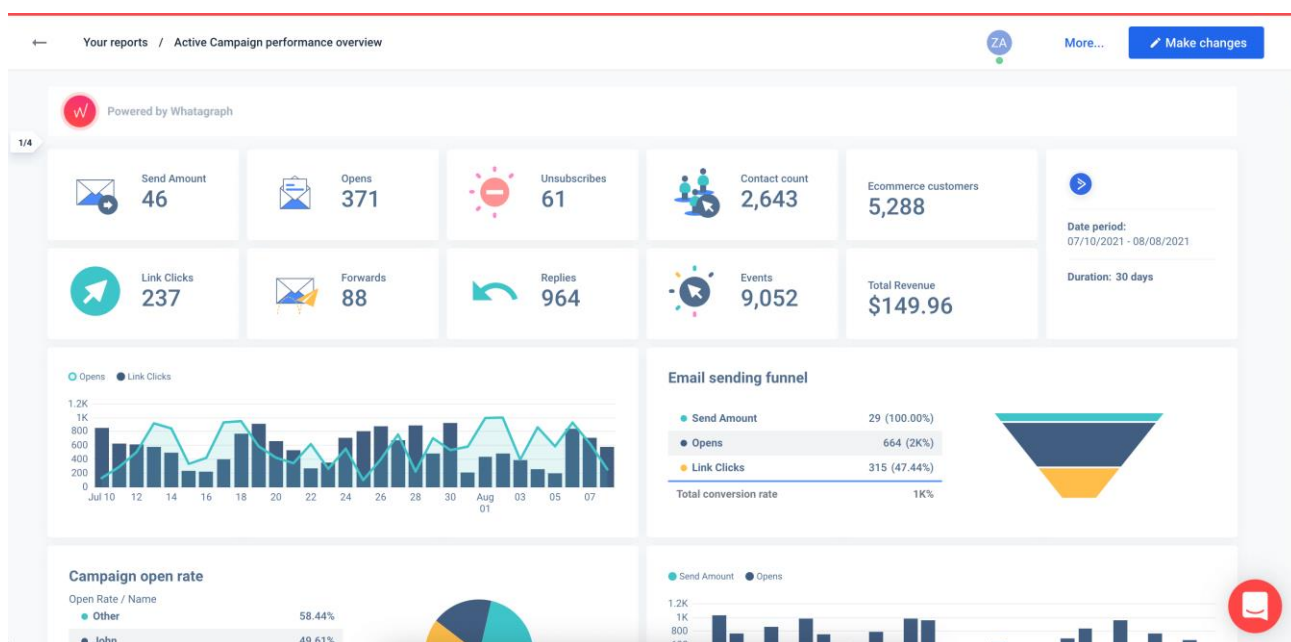
## 5. Whatagraph

Whatagraph — это приложение для визуализации данных, которое позволяет одновременно отслеживать и сравнивать успех многочисленных кампаний. Это приложение позволяет передавать пользовательские данные между Google Sheets и API.

Это отличный инструмент для отслеживания и составления отчетов о производительности. Маркетологи используют его для отображения данных и создания настраиваемых межканальных отчетов.

Whatagraph предоставляет готовые шаблоны отчетов для различных маркетинговых каналов, включая SEO, контекстную рекламу, социальные сети и другие. Вы можете создать отчет о производительности за считанные минуты, избегая человеческих ошибок, применяя готовый шаблон.

Вы также можете сотрудничать со своими коллегами, поделившись ссылкой на отчет в реальном времени, и вы сможете работать над ним одновременно.



### Главные Преимущества

- Предоставляет готовые шаблоны.
- Вы можете изменить отчет в соответствии с вашими бизнес-требованиями.
- Позволяет легко работать с вашей командой.
- Вы можете импортировать данные из Google Таблиц.

- Вы можете отформатировать свой отчет так, как считаете нужным.
- Он может автоматически доставлять отчеты клиентам.

## 6. Workday Adaptive Planning

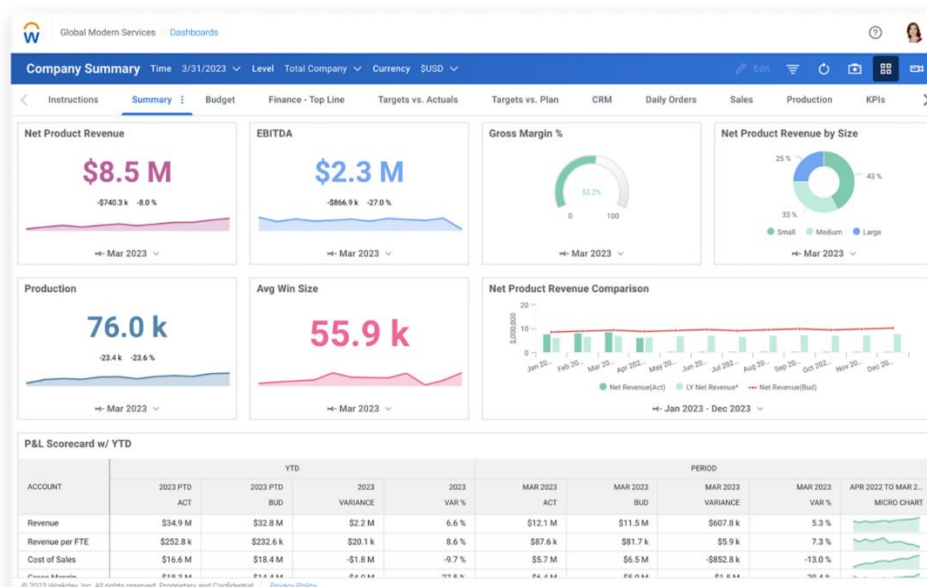
Workday Adaptive Planning— это инструмент визуализации данных, призванный помочь вам в развитии вашего бизнеса.

Это один из лучших инструментов визуализации данных, помогающий планировать, составлять бюджет и прогнозировать, чтобы принимать более обоснованные решения. В нем есть все необходимое для тщательного финансового планирования, отчетности и анализа на постоянной основе.

Вы можете быстро составлять точные бюджеты и прогнозы, а также анализировать различные сценарии с помощью массивных наборов данных. За считанные минуты вы можете предоставлять впечатляющие отчеты. Инструмент также позволяет вам сотрудничать из любого места, используя Интернет, мобильные устройства и Excel.

Программа имеет сложные информационные панели и возможности моделирования, а также все, что нужно фирме для разработки эффективного процесса финансового планирования.

Функции перетаскивания в Workday Adaptive Planning упрощают создание и изменение отчетов, отражающих данные в реальном времени, и предоставляют пользователям полное представление об их организации в целом.



## *Главные Преимущества*

- Автоматизированный сбор данных, гарантирующий, что вы всегда имеете дело с новыми данными.
- Это приложение имеет панель инструментов, которая позволяет быстро построить отчет.
- Работать с другими просто.
- Вы можете изменить план в режиме реального времени.
- Вы можете планировать бюджет проекта с помощью Adaptive Insights.

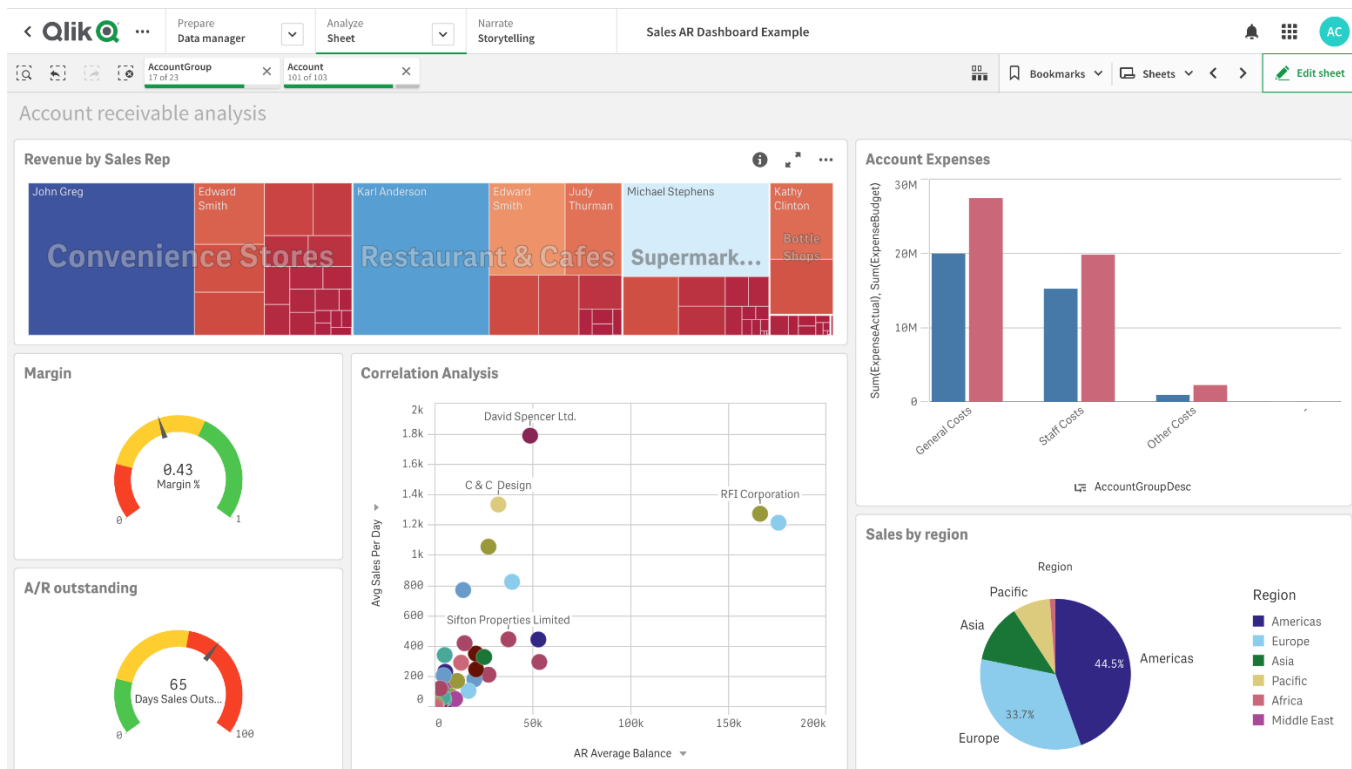
## **7. Qlik**

Qlik — это платформа бизнес-аналитики, которая может интегрировать данные, выполнять диалоговую аналитику и превращать необработанные данные в базу знаний. Он поддерживает специальные запросы и позволяет быстро принимать решения на основе доступных данных.

Это программное обеспечение работает аналогично человеческому мозгу в том смысле, что оно ищет решения по «ассоциациям» и может действовать в любом направлении.

Qlik работает с ассоциативной моделью, которая хранится в памяти. В результате вам не требуются «айтишники», если вы умеете писать SQL, выбирайте Query, чтобы лучше понимать ваши данные.

Это позволяет быстро интегрировать данные из нескольких источников в одно приложение. Вы также можете получать доступ, анализировать и восстанавливать данные с мобильных устройств.



### Главные Преимущества

- Автоматически поддерживает ассоциацию данных.
- Позволяет быстро интегрировать данные из нескольких источников в одно приложение.
- Помогает определить тенденции и информацию, необходимую для принятия решений.
- Предлагает четкую отчетность, а также масштабируемость и интеграцию данных.
- Предоставляет различные методы отображения данных.

### 8. Dundas BI

Dundas BI — это платформа Business Intelligence (BI) для создания и просмотра интерактивных информационных панелей, отчетов, систем показателей и других визуализаций данных. Вы можете использовать Dundas BI в качестве центрального портала данных вашей организации или включить его в существующий веб-сайт как часть индивидуального решения BI.

Эта браузерная платформа бизнес-аналитики и визуализации данных включает в себя интегрированные информационные панели, инструменты отчетности и аналитику данных. Он позволяет пользователям создавать динамические настраиваемые информационные панели, создавать собственные отчеты, выполнять специальные запросы, а также



анализировать и детализировать свои данные и показатели производительности.

Платформа Dundas BI легко адаптируется, позволяя пользователям подключаться к любому источнику данных и взаимодействовать с ним в режиме реального времени и на любом устройстве.

Благодаря сенсорному интерфейсу и адаптивному дизайну пользователи могут создавать и просматривать информационные панели и отчеты на любой платформе, от настольной до мобильной.



### Главные Преимущества

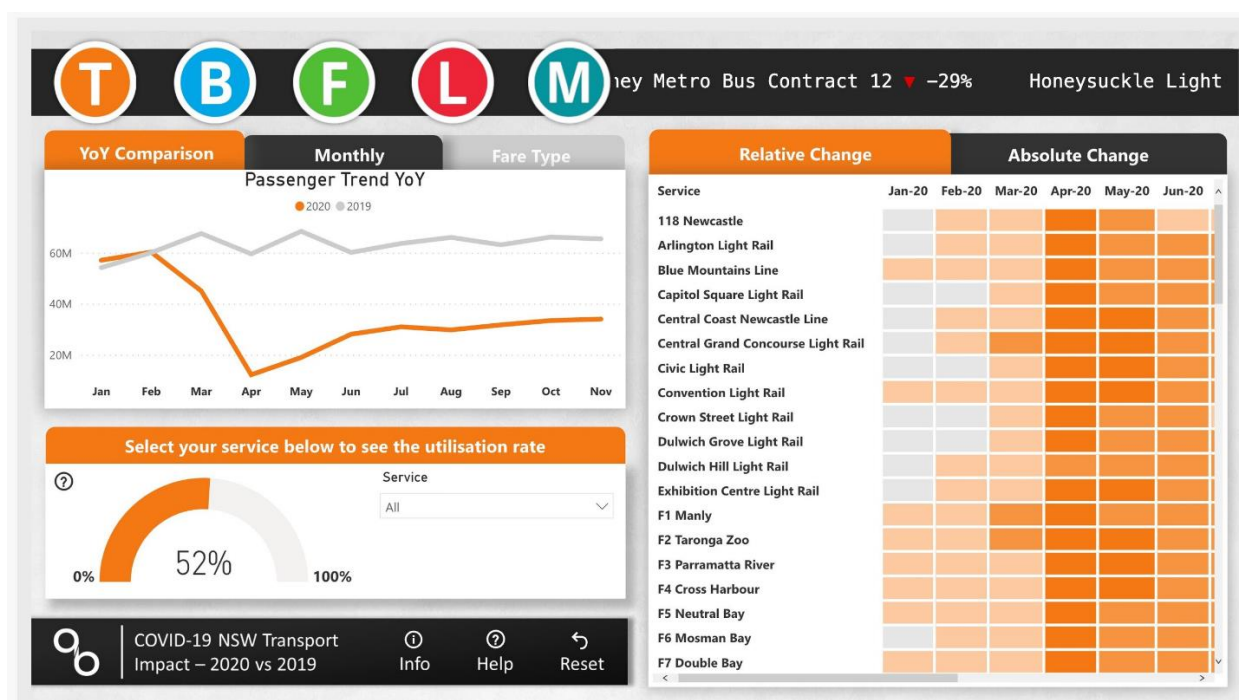
- Любое устройство может подключаться, взаимодействовать или анализировать ваши данные.
- Он имеет API, который позволяет настраивать требования к дизайну в соответствии с предпочтениями ваших потребителей.
- Dundas облегчает включение данных с помощью простого в использовании интерфейса перетаскивания.
- Вы можете подготовить и преобразовать данные вашей компании в графическом виде в доступные отчеты.
- Он предлагает множество возможностей для компоновки.
- Вы можете персонализировать интерактивные диаграммы, карты и другие компоненты.
- Поддерживается большое количество статистических формул.

### 9. Juice Analytics

Juice Analytics — это инструмент визуализации данных, разработанный для консультантов и специалистов в области информации, которые хотят поразить свою аудиторию своей следующей насыщенной данными

презентацией. Начать работу очень просто, так как для создания увлекательной интерактивной истории данных не требуются навыки кодирования или дизайна.

Это передовая платформа SaaS для интерактивной визуализации данных и создания отчетов. Это также позволяет бизнес-пользователям преобразовывать статические электронные таблицы в привлекательные веб-данные, которые побуждают аудиторию к действию.



### Главные Преимущества

- Администрирование пользователей и совместное использование приложений, как общедоступных, так и частных
- Конечные пользователи ориентируются в данных с помощью нового метода повествования данных.
- Juicebox доступен для нетехнических пользователей из-за его простого в освоении редактирования.
- Удобный для мобильных устройств макет
- Варианты базового стиля сделают ваш сайт красивым и профессиональным.
- Используйте загрузку данных или подключение к базе данных для подключения к нескольким источникам данных.

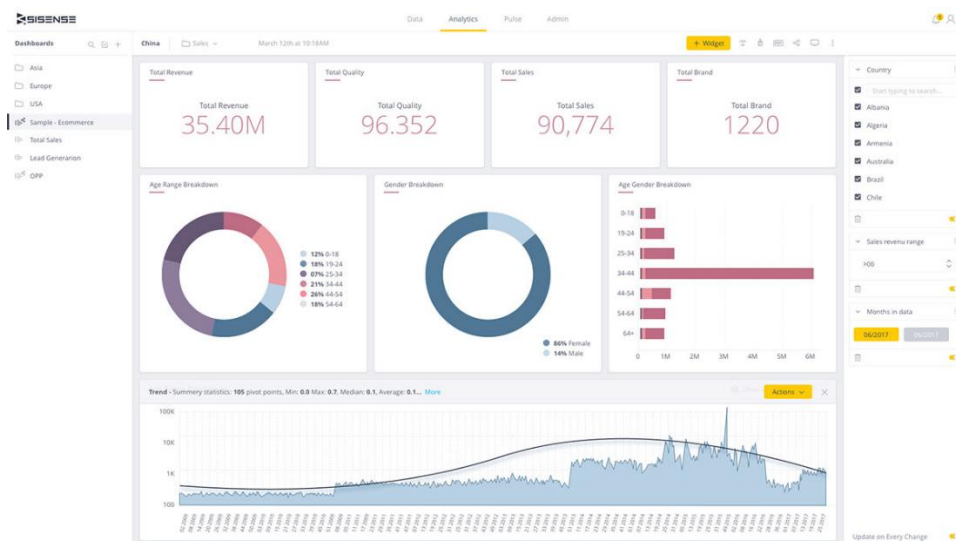
## 10 Sisense

Sisense — это решение для визуализации данных на основе бизнес-аналитики, которое предлагает множество инструментов, помогающих аналитикам данных упростить сложные данные и получить ценную информацию для своих компаний и сторонних организаций.

Sisense считает, что в конце концов каждая фирма будет управляться данными, и каждый продукт будет каким-то образом привязан к данным. В результате компания делает все возможное, чтобы предоставлять различные инструменты анализа данных бизнес-группам и специалистам по анализу данных, чтобы они могли помочь в преобразовании своих организаций в предприятия будущего, управляемые данными.

Это один из лучших инструментов визуализации данных для преобразования данных в полезные компоненты или представления. Sisense также позволяет пользователям экспортировать свои файлы в различные форматы, включая PPT, Excel, MS Word, PDF и другие.

Он прост в настройке и использовании. Его можно внедрить менее чем за минуту, а аналитики данных смогут выполнять свои задачи и немедленно получать результаты.



### Главные Преимущества

- Это приложение имеет пользовательский интерфейс с функцией перетаскивания.
- Это позволяет вам объединять данные и разрабатывать аналитическое приложение.

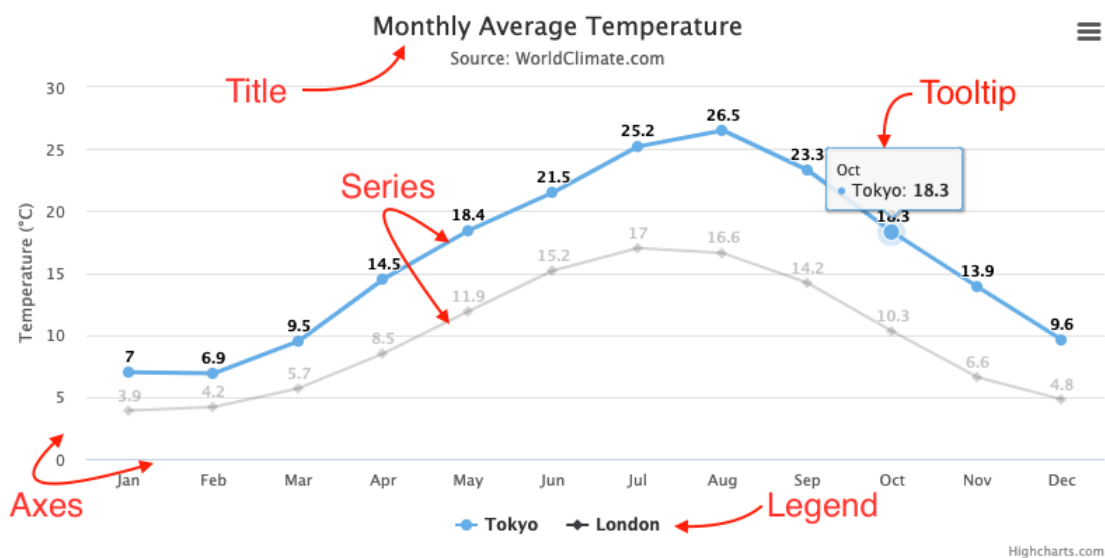
- Вы можете использовать Windows или Linux для развертывания своей работы в облаке.
- Он предлагает безопасность на основе ролей для пользователей.
- Вы можете восстановить свои данные в любой момент и защитить себя от ошибок.
- Данные можно экспортировать в Excel, CSV, PDF и другие форматы.
- Благодаря настраиваемым параметрам вы можете размещать аналитику везде.

## 11 Highcharts

Highcharts полезен для недавних выпускников, ИТ-специалистов и поклонников глубоких технологий, которые хотят войти в мир бизнеса и экономики и узнать о востребованных навыках и способах отображения данных в простом для понимания виде.

Это пакет только для JavaScript, используемый для улучшения веб-приложений за счет интеграции интерактивных диаграмм. В его библиотеке есть широкий спектр диаграмм, из которых клиенты могут выбрать те, которые соответствуют их потребностям.

Это позволяет вам легко добавлять интерактивные диаграммы в ваше веб-приложение или веб-сайт. Для отображения данных можно использовать круговые диаграммы, линейные диаграммы, слайд-диаграммы, диаграммы с областями, гистограммы и т. д. Highcharts широко используется экспертами по программному обеспечению и бизнес-аналитики чтобы сделать их планы более захватывающими.



## *Главные Преимущества*

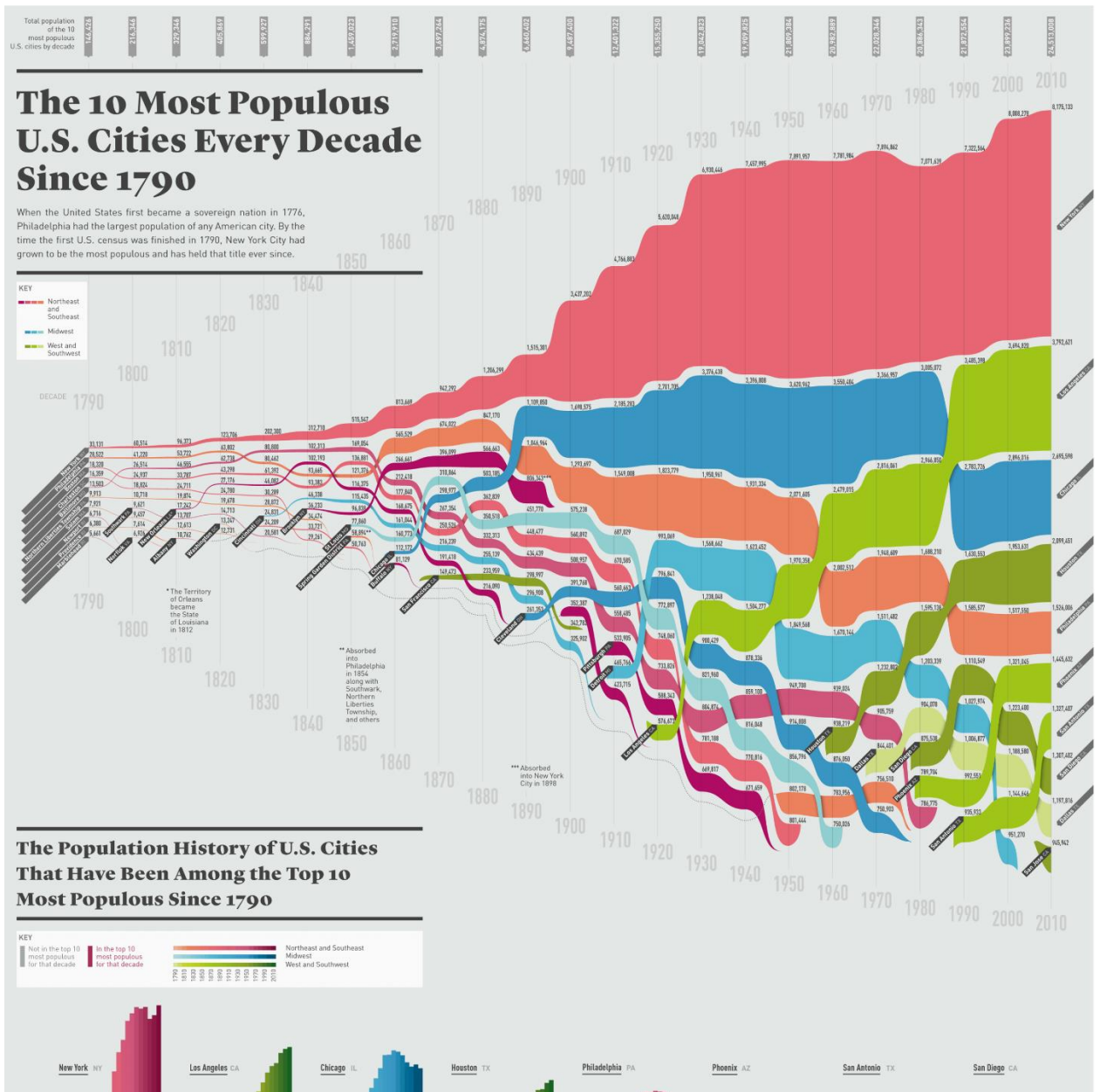
- Он удобен для мобильных устройств и планшетов.
- Для его создания используется HTML 5.
- Вы можете создать гистограмму, столбец, круговую или другую диаграмму для своего веб-сайта или мобильного приложения.

## **12 RAW-Графики**

RAWGraphs — это платформа визуализации данных с открытым исходным кодом, разработанная, чтобы упростить визуализацию сложных данных для всех.

В первую очередь он был разработан как инструмент для дизайнеров и визуализаторов с целью заполнения пробела между инструментами для работы с электронными таблицами (например, Microsoft Excel, Apple Numbers, OpenRefine) и редакторами векторной графики (например, Adobe Illustrator, Inkscape, Sketch).

RAWGraphs — одна из лучших программ визуализации данных, которая работает с файлами CSV и TSV (значения, разделенные табуляцией). Этот инструмент позволяет интегрировать диаграммы прямо на ваши веб-сайты.



## Главные Преимущества

- Ваша работа может быть сохранена в виде файла PNG или SVG.
- Поддерживается несколько графических макетов.
- Вы можете импортировать данные в RAWGraphs, скопировав и вставив их.
- Это позволяет вам отображать размеры ваших данных графически, чтобы лучше понять их.
- Вы можете открыть свой вывод в любом приложении для редактирования векторной графики, используя эту платформу.
- RAWGraphs предоставляет вам мгновенную обратную связь о вашей графике.

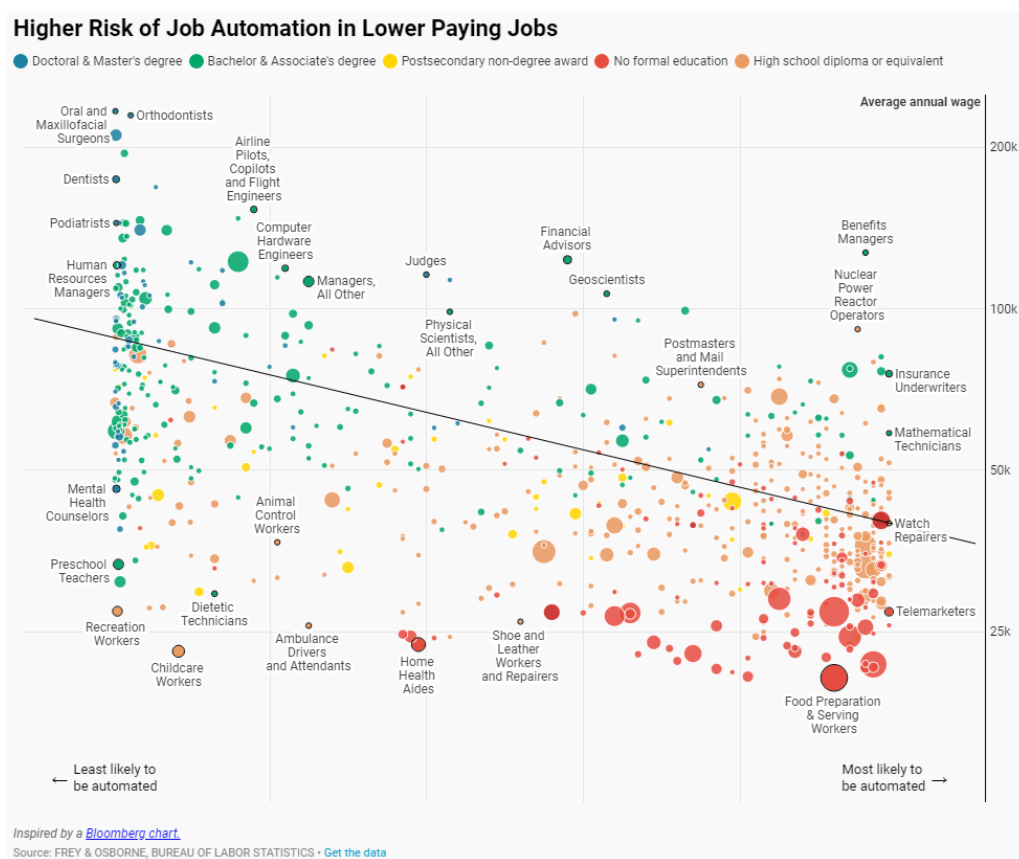
## 13 Datawrapper

Datawrapper упрощает для журналистов и других специалистов по коммуникациям создание базовых диаграмм и карт для онлайн-историй.

Чтобы создать диаграмму, вам просто нужно ввести свои данные и выбрать тип диаграммы. Они следят за тем, чтобы диаграмма, которую вы добавите после публикации, была великолепной, отзывчивой и интерактивной.

Datawrapper — это приложение с открытым исходным кодом для создания интерактивных визуализаций. Вы можете использовать эту программу для загрузки CSV (файлов данных, разделенных запятыми) и встраивания карт на свой веб-сайт.

Он прост в использовании и не требует значительного опыта кодирования или проектирования.



### Главные Преимущества

- Вы можете использовать этот инструмент для подключения вашей визуализации к Google Sheet.
- Datawrapper можно использовать на любом устройстве.

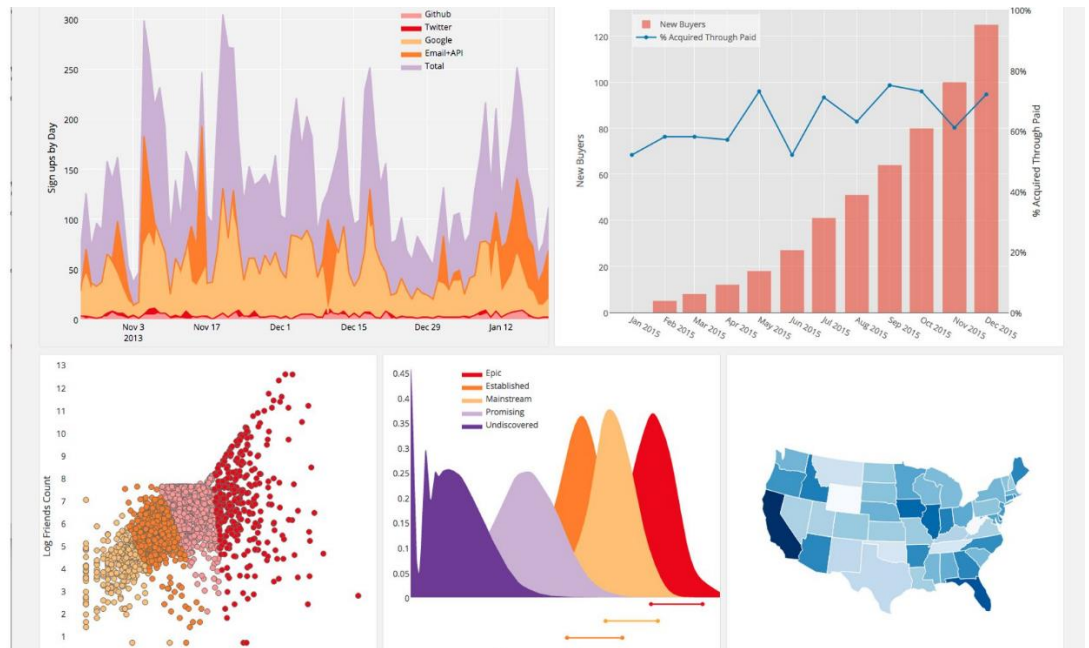
- Вы можете изменить внешний вид приложения без добавления кода.
- Это один из лучших бесплатных инструментов визуализации данных для создания карт, диаграмм и таблиц.
- Datawrapper совместим с операционными системами Linux, Mac и Windows.

## 14 Plotly

Plotly — это графический пакет Python с открытым исходным кодом, который отлично подходит для создания визуально привлекательных и интерактивных представлений. Это отличный инструмент для выявления закономерностей в наборе данных перед погружением в Машинное обучение модели.

С помощью этого инструмента вы можете создавать аналитические веб-приложения. С помощью этого приложения вы можете экспортировать HTML-файлы и фотографии из отчета.

Графические объекты Plotly представляют собой высокоуровневый интерфейс, который прост в использовании. Он может генерировать множество графиков и диаграмм, таких как точечные диаграммы, линейные диаграммы, гистограммы, ящичные диаграммы, гистограммы, круговые диаграммы и так далее.





## *Главные Преимущества*

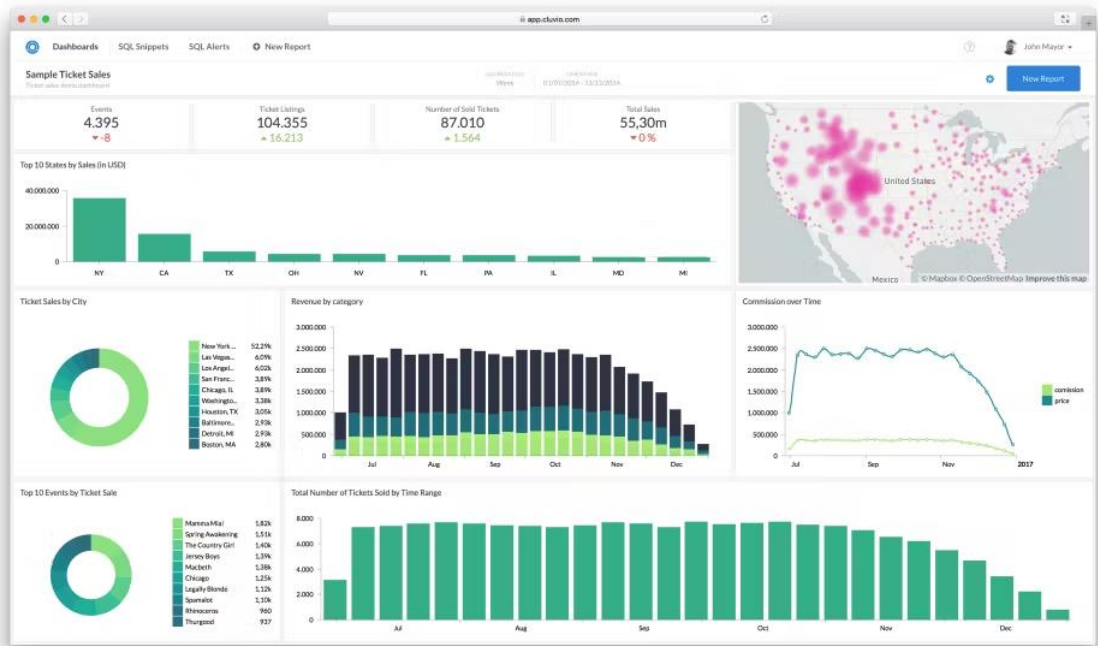
- Вы можете быстро найти широкий спектр диаграмм и макетов.
- Вы можете создать свой собственный стиль темы.
- Он имеет функцию перетаскивания.
- Не написав ни единой строки кода, вы можете создавать показатели качества публикации с помощью этого приложения.
- Plotly может быть включен в существующий процесс вашей компании.

## **15 Cluvio**

Cluvio — это более интеллектуальный подход к передаче историй, основанных на данных. Эта платформа, основанная на SQL и R, сочетает в себе аналитические возможности с потрясающими визуализациями и удобным интерфейсом.

Cluvio — это облачная платформа для анализа данных, разработанная, чтобы помочь малым и средним предприятиям максимизировать ценность своих данных и найти идеи, которые помогут им принимать обоснованные бизнес-решения и вести свою компанию к успеху.

Это позволяет вам анализировать ваши данные с помощью SQL и R язык программирования чтобы получить информацию, которую система затем использует в качестве основы для красивых интерактивных информационных панелей, доступных и доступных для просмотра во всей вашей организации.



### Главные Преимущества

- Он автоматически порекомендует способ визуализации данных в виде диаграммы.
- Cluvio может помочь вам преобразовать необработанные данные в различные профессиональные диаграммы и графики.
- Вы можете поделиться панелью мониторинга с клиентами и коллегами.
- Вы можете определить оповещения SQL и условие, о котором вы хотите получать уведомления.
- Вы можете фильтровать многочисленные информационные панели на основе любого аспекта ваших данных.
- Электронные письма с вложениями могут содержать отчеты.

### 16 Zoho Analytics

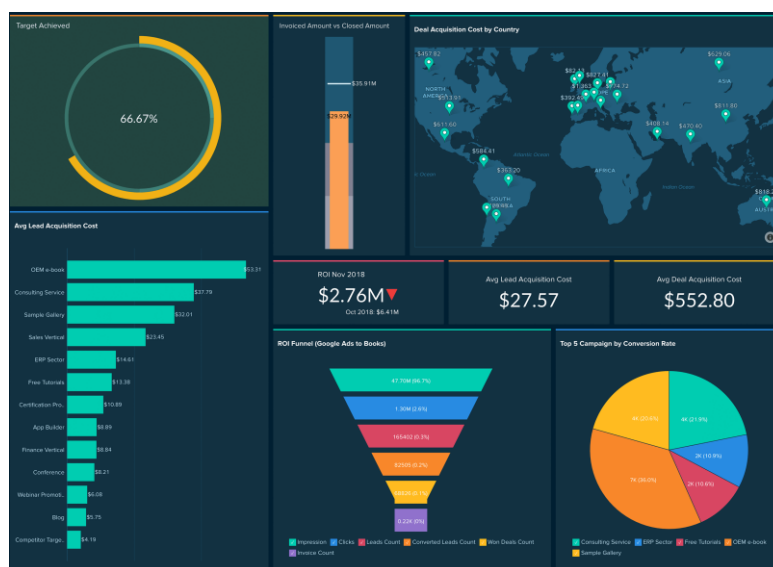
За считанные минуты вы можете проанализировать свои данные, создать впечатляющую визуализацию данных и раскрыть скрытые идеи с помощью Zoho Analytics, платформы самообслуживания для бизнес-аналитики и анализа данных.

Данные из многих источников могут быть объединены для создания многомерных визуализаций данных, которые позволят вам наблюдать за данными вашей компании с разных точек зрения.

Вы можете связаться с Zia, умным помощником, созданным с помощью искусственного интеллекта, машинного обучения и обработки естественного языка, если у вас есть какие-либо вопросы.

Zoho Analytics позволяет вам делиться своими отчетами или публиковать их с коллегами, а также оставлять комментарии и участвовать в диалогах по мере необходимости. Файлы можно экспортировать в любом формате, включая электронные таблицы, MS Word, Excel, PPT, PDF и другие.

Это также позволяет вам делиться или публиковать свои отчеты с вашими коллегами, а также оставлять комментарии или участвовать в обсуждениях по мере необходимости.



### Главные Преимущества

- Изучение данных из более чем 250+ источников данных, где бы они ни находились.
- Очищение, изменение и обогащение необработанные данные для более простого и точного анализа.
- Нарезка и анализ данных, а затем визуальная оценка их с помощью ряда инструментов визуализации.
- Расширение возможностей анализа данных с помощью искусственного интеллекта (AI), машинного обучения (ML) обработки и генерации естественного языка (NLP/G), чтобы быстро получать ценные сведения из данных.
- Телефоны и планшеты могут получать доступ к данным, отчетам и информационным панелям и взаимодействовать с ними.

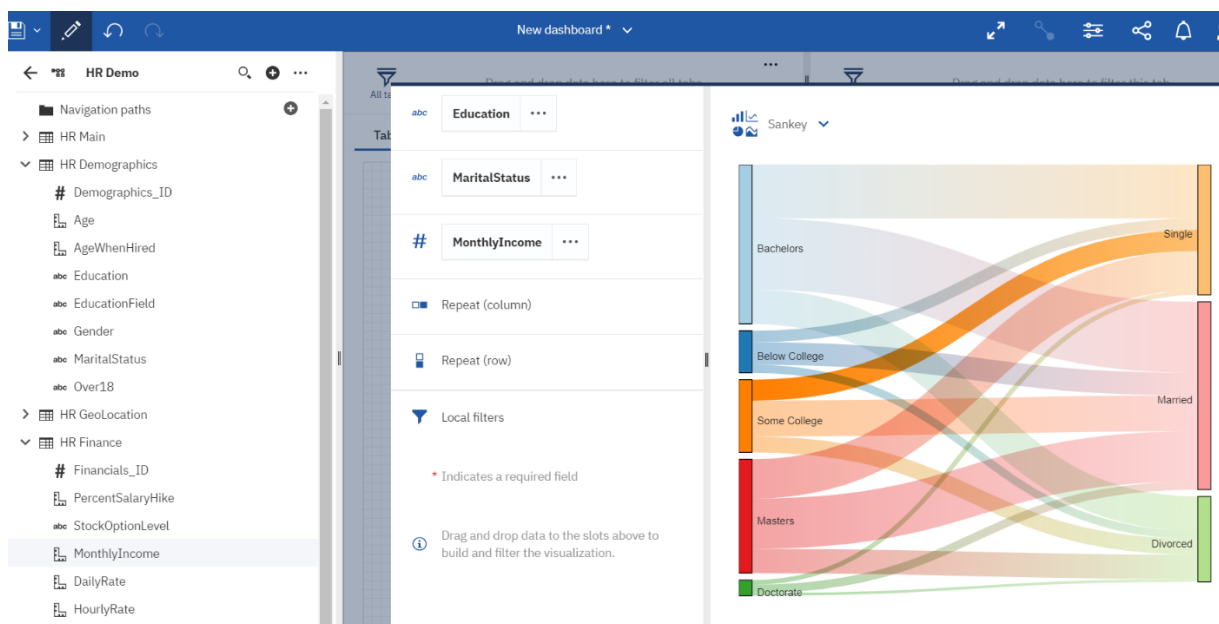
### 17 IBM Cognos Analytics

IBM Cognos Analytics — это платформа бизнес-аналитики, управляемая искусственным интеллектом, которая проведет вас через весь процесс аналитики, от обнаружения до внедрения. Любой сотрудник вашей компании может получить доступ, оценить и поделиться полезной информацией о своих данных.

Вы можете использовать IBM Cognos Analytics, даже если у вас мало или совсем нет опыта в области анализа данных, поскольку он интерпретирует данные для вас и предоставляет полезную информацию на простом английском языке.

Cognos Analytics использует ИИ для обнаружения тенденций в ваших данных, о которых вы не знали, а также генерацию естественного языка для передачи вам этих идей. Вы также можете делиться своими данными в облаке с другими людьми и отправлять графику по электронной почте или в Slack.

Вы также можете импортировать данные из электронных таблиц, облачных хранилищ, файлов CSV или локальных баз данных и объединять соответствующие источники данных в единый модуль данных.



### *Главные Преимущества*

Данные CSV и Excel могут быть импортированы. Подключайтесь к локальным или облачным источникам данных, таким как базы данных SQL, Google BigQuery, Amazon Redshift и другим.

Подготовка данных с помощью ИИ экономит ваше время на очистке данных.

Создавайте привлекательные динамические информационные панели за считанные минуты. Чтобы построить автоматически сгенерированную графику, просто перетащите материалы.

На простом английском задайте вопрос помощнику ИИ, и ответ появится в виде графика.

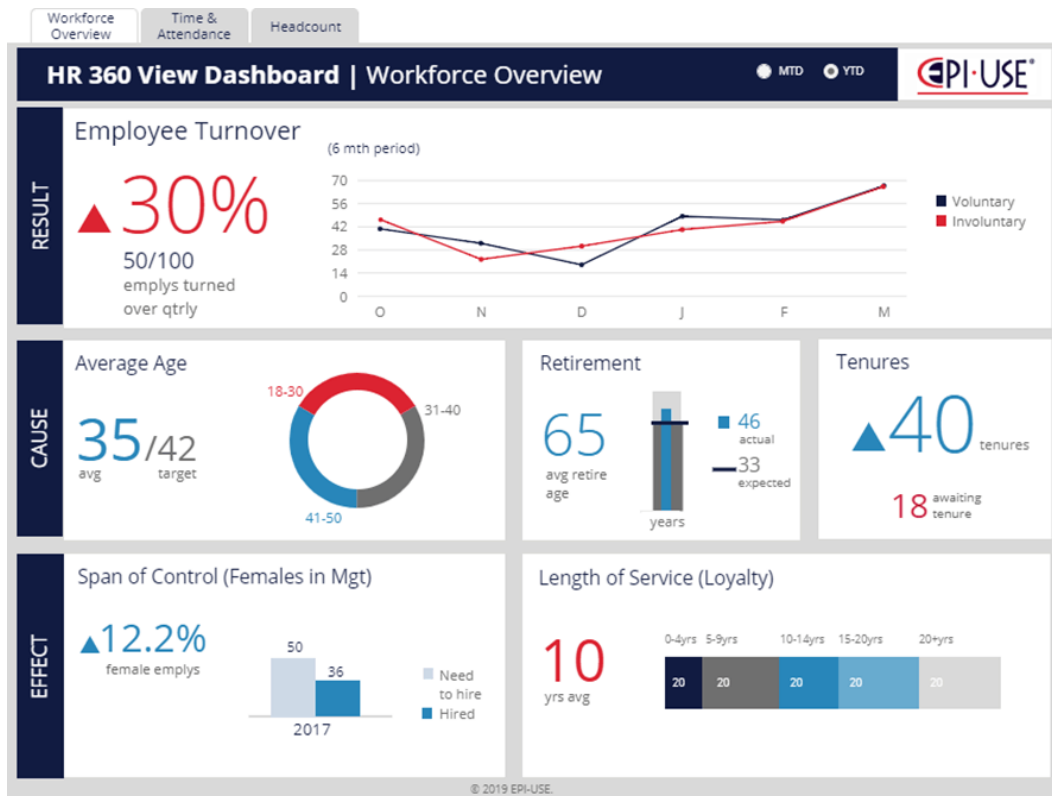
## **18 SAP Analytics Cloud**

SAP Analytics Cloud использует инструменты бизнес-аналитики и анализа данных, чтобы помочь вам оценить ваши данные и создать визуализацию для прогнозирования результатов бизнеса.

Он также предоставляет вам самые современные инструменты моделирования, которые помогают вам, предупреждая вас о потенциальных проблемах с данными и классифицируя различные показатели и измерения данных. SAP Analytics Cloud также рекомендует интеллектуальные преобразования данных, что приводит к улучшению визуализации.

Данные можно получить из Microsoft SQL, приложений ERP и Salesforce. Чтобы включить предиктивное планирование, бизнес-пользователи могут собирать данные, выполнять обнаружение данных, специальные отчеты и анализ.

Инструмент SAP Analytics преобразует необработанные данные из транзакционной системы в полезную информацию для более эффективного принятия решений.



### Главные Преимущества

Интегрированное финансовое и бизнес-планирование.

Машина для обнаружения данных Способность к обучению.

Мобильное расширение для iPhone/iPad для связи с коллегами.

Используются пользовательские виджеты.

Автоматизированная очистка данных.

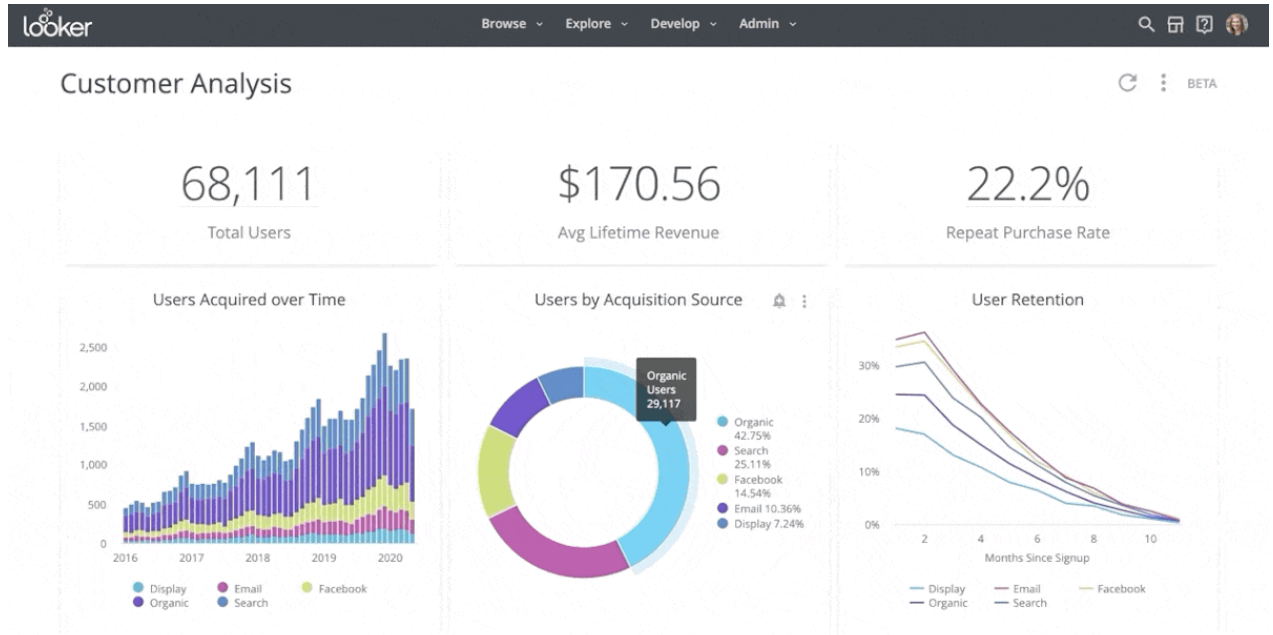
Предиктивное моделирование.

### 19 Looker

Looker — это мощное приложение бизнес-аналитики (BI), которое может помочь компании в разработке интеллектуальных визуальных эффектов. Он имеет удобный рабочий процесс, полностью основан на браузере (нет необходимости в настольных приложениях) и позволяет совместно работать с приборной панелью.

Вы можете создавать интерактивные и динамические информационные панели, планировать и автоматизировать распространение отчетов, устанавливать настраиваемые параметры предупреждений и использовать встроенную аналитику.

Используя любой инструмент, визуализации данных можно сделать доступными для всех. Вы также можете сразу экспортировать эти файлы в любой формат. Он также поддерживает подключения к Redshift, Snowflake, BigQuery и более чем 50 диалектам SQL, что позволяет без труда подключаться ко многим базам данных.



### Главные Преимущества

- Эта программа предлагает современный API для интеграции рабочих процессов.
- Looker позволяет смешивать различные типы диаграмм.
- Таблицы можно использовать для иллюстрации данных с использованием промежуточных итогов.
- Отдельные лица или группы могут быть динамически отфильтрованы.
- Он имеет панель инструментов для углубленного анализа данных.

### 20 Klipfolio

Klipfolio — канадская компания по бизнес-аналитике, которая предлагает одни из лучших доступных решений для визуализации данных. Используя соединители, вы можете получить доступ к своим данным из сотен различных источников данных, таких как электронные таблицы, базы данных, файлы и приложения веб-служб.

Он также позволяет создавать уникальные визуализации данных с помощью перетаскивания, выбирая из множества вариантов, таких как диаграммы, графики, точечные диаграммы и т. д.

Этот инструмент позволил тысячам руководителей компаний и их команд сделать правильный и уверенный выбор. В Klipfolio также есть инструменты для выполнения сложных вычислений, которые помогают решать сложные задачи с данными.



### Главные Преимущества

- Благодаря технологии информационных панелей, которая в первую очередь показывает важные ключевые показатели эффективности, она позволяет быстрее и лучше принимать решения на основе данных.
- Используя простую внутреннюю структуру, вы можете быстро загружать и анализировать данные с помощью информационных панелей — программирование не требуется.
- Панели мониторинга и отчеты в режиме реального времени обеспечивают наглядность бизнес-данных и помогают понять, на каком этапе находится компания.
- Платформа доступна через собственное приложение для мобильных устройств iOS и Android, а также через онлайн-браузеры.



**Применение «умной аналитики» в организациях образования  
Методические рекомендации**

Печать была подписана 24.11.2022 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Офсетная печать.  
Тип шрифта «Times New Roman»