

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

**К формированию компетентностной модели
дата-грамотности для средней и старшей школы**

Дерябин Андрей Александрович

Федеральный институт развития образования РАНХиГС,
научный сотрудник, email: deryabin-aa@ranepa.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8454-611X>

Попов Александр Анатольевич

Федеральный институт развития образования РАНХиГС,
д.филол.н., заведующий Лабораторией антропологических
практик Центра изучения приоритетных практик развития
образования, email: popov-aa@ranepa.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2945-0289>

**Toward a competence model of data literacy for middle and
secondary school**

Information about the author(s)

Deryabin, Andrey A.

MSc Social Psychology

Researcher at Federal Institute for Education Development, Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration, 82 Prospekt Vernadskogo, Moscow,
119571, Russian Federation

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8454-611X>

Scopus Author ID 57340520700

E-mail: deryabin-aa@ranepa.ru

Popov, Aleksandr A.

Dr. Sci. (Philos.)

Head of Anthropological Practices Laboratory, Federal Institute for Education Development, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration,

82 Prospekt Vernadskogo, Moscow, 119571, Russian Federation

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2945-0289>

Scopus Author ID: 57220933642

E-mail: popov-aa@ranepa.ru

Москва, 2023

Аннотация

Объектом исследования данной работы являются образовательные практики, направленные на обучение подростков и молодежи работе с данными и их предметные компоненты. **Актуальность** этой темы обусловлена комплексом вызовов, стоящих перед сферой образования, продиктованных пронизывающими все аспекты общественно-экономической жизни процессами цифровизации и датафикации. **Цель** работы: анализ методов формирования дата-грамотности в системе общего и дополнительного образования детей. **Методы** исследования: библиографический поиск, анализ литературы, систематизация и обобщение данных. **Результаты** работы: проанализирован зарубежный опыт и основные дискуссионные вопросы, связанные с разработкой образовательных модулей по дата-грамотности для подростков и молодежи, сформирована модель дата-грамотности. Рассмотрены содержательные пересечения дата-грамотности с такими областями как статистическая грамотность, информатика, наука о данных, количественное и научное мышление. **Новизна** работы заключается, во-первых, в выделении основных кластеров компетенций в соответствии с компонентами научно-практической деятельности, охватывающей весь цикл исследования данных, во-вторых, в обосновании акцента на необходимости исследования учащимися социогуманитарных данных в процессе обучения. **Выводы** работы касаются универсальности фокуса на исследовании и моделировании социогуманитарных, социоэкономических феноменов в процессе овладения дата-грамотностью, т.к. данное содержание, во-первых, в наибольшей степени соответствует ведущей деятельности и новообразованиям старшего подросткового и младшего юношеского возраста, во-вторых, закладывает основы комплексного, междисциплинарного понимания феноменов современного мира, которое востребовано в широком диапазоне профессий. Прделанная работа может быть продолжена в направлении дальнейшего уточнения элементов модели дата-грамотности, разработки методических материалов по формированию и развитию дата-грамотности в системе общего и дополнительного образования, включая принципы педагогического дизайна соответствующих образовательных практик, рекомендации по разработке дидактических и контрольно-измерительных материалов, а также методической поддержке преподавателей общего и

дополнительного образования, осваивающих технологии формирования и оценки дата-грамотности.

Ключевые слова: *дата-грамотность, общее образование, дополнительное образование, наука о данных, анализ данных, data science, машинное обучение, социогуманитарное знание, образовательные программы, компетентностный подход к обучению*

Abstract

The study examines the practices of teaching data literacy for adolescents. The intersections of data literacy with statistical literacy, quantitative thinking, computational skills, and Data Science are explored. A competence model for data literacy is introduced with key competency clusters – technical, scientific, and social – aligned with the components of a scientific practice and data mining research cycle. The conclusions underscore the importance of students engaging in the exploration and modeling of socio-humanitarian data as part of their learning process. This content, firstly, aligns most closely with the socio-cognitive specificity of the age, secondly, it lays the foundations for students' interdisciplinary understanding of contemporary phenomena, which is in demand across a wide range of professions. Future directions encompass refining the data literacy model, creating methodological resources for developing data literacy within education systems, and providing pedagogical guidance and materials for educators adopting data literacy techniques.

Keywords

data literacy, curriculum, data science, data science, machine learning, socio-humanitarian knowledge, educational programs, competency-based approach to learning

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ

1. АНАЛИЗ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ПОНИМАНИЮ СОДЕРЖАНИЯ И РОЛИ ДАТА-ГРАМОТНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРАКТИКАХ

1.1 Что значит быть грамотным в работе с данными

1.2 Определение дата-грамотности

1.3	Предметные компоненты дата-грамотности
1.3.1	Статистическая грамотность
1.3.2	Вычислительные навыки и программирование
1.3.3	Количественное мышление и научная картина мира. Анализ данных как эпистемическая практика
1.3.4	Наука о данных (Data Science) и дата-грамотность
1.4	Критическая дата-грамотность
2.	АКТУАЛЬНОСТЬ ДАТА-ГРАМОТНОСТИ КАК СОВРЕМЕННОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ, ВОСТРЕБОВАННОЙ В СИСТЕМЕ ОБЩЕГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
2.1	Актуальность дата-грамотности в контексте социокогнитивной специфики обучения в подростковом и юношеском возрасте
2.2	Актуальность социогуманитарного содержания в обучении дата-грамотности
3.	КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ДАТА-ГРАМОТНОСТИ
3.1	Типы компетентностных моделей
3.2	Кластерная компетентностная модель дата-грамотности
1.	Чтение и обработка данных
2.	Понимание и интерпретация данных
3.	Представление и использование данных
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ
	БЛАГОДАРНОСТИ
	ПРИЛОЖЕНИЕ
	СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Введение

В настоящее время перед сферой образования стоит комплекс вызовов, которые продиктованы процессами цифровой трансформации и датафикации. Усложняющиеся системы разделение труда, автоматизация и цифровизация производственных процессов в разных областях деятельности устанавливают новые

требования к компетенциям потенциальных специалистов, собирающихся строить свою карьеру не только в технических, но и гуманитарных сферах. Соответственно, изменение представлений о содержании образовательных результатов влечёт за собой и переосмысление практики достижения данных результатов. Помимо “навыков XXI века”, функциональной грамотности, производится поиск других универсальных образовательных результатов, которые были бы уместны и востребованы в контексте процессов цифровизации.

В качестве такого результата мы рассматриваем грамотность в области данных. Поскольку данные продолжают играть все более важную роль в повседневной жизни, становится необходимым, чтобы люди могли эффективно интерпретировать и анализировать данные для успешной деятельности и продуктивной общественной жизни. Учитывая крайнюю необходимость знаний в области данных для экономики, для повышения уровня квалификации в области искусственного интеллекта на рынке технологий, развитие данных компетенций является частью национальных стратегических задач, что, в частности, отражено в Национальной стратегии развития искусственного интеллекта.

В силу того, что данная стратегия направлена не просто на подготовку специалистов для индустрии данных и ИИ, но на развитие человеческого капитала в этой области, разработка и внедрение соответствующего учебного содержания должны происходить на уровне общего образования, интегрируя математическую и естественно-научную подготовку с социально-гуманитарными науками.

1 Анализ научно-методических подходов к пониманию содержания и роли дата-грамотности в современных образовательных практиках

1.1 Что значит быть грамотным в работе с данными

Дискуссии о том, как определить дата-грамотность, ведутся с начала 2000-х гг. Deahl [1], Vahey и др. [2] предлагают определения «грамотности данных» в контексте школьного обучения. По мнению Э.Дил, грамотность в отношении данных — это «способность понимать, находить, собирать, интерпретировать, визуализировать и поддерживать аргументы, используя количественные и качественные данные». П.Вахи и др. предлагают следующее определение: «Дата-грамотность включает в

себя способность формулировать и отвечать на вопросы, используя данные как часть доказательного мышления; использовать соответствующие данные, инструменты и представления для поддержки этого мышления; интерпретировать информацию из данных; разрабатывать и оценивать основанные на данных выводы и объяснения, а также использовать данные для решения реальных проблем и передачи их решений».

Основываясь на концепции, сформулированной Уайлдом и Пфаннкухом [3], Баргальотти и др. [4] подчеркивают, что студенты должны думать и работать с данными, следуя циклу исследования данных, который включает в себя четыре этапа: 1) формулирование вопросов, на которые можно ответить с помощью данных, 2) сбор готовых или составление собственных наборов данных для решения поставленных задач, 3) использование статистических и других инструментов для анализа данных и 4) интерпретация результатов для решения поставленных вопросов [4]. Эти авторы полагают, что дата-грамотность требует знаний, умений, навыков для продуктивной деятельности на каждом из этих этапов. Такая грамотность также предполагает исследовательскую рефлекссию относительно того, кто собирал данные, как собирались данные, какие типы данных были собраны, как измерялись данные, какие инструменты и процедуры использовались для их анализа, наконец, какие валидные выводы можно сделать на основе имеющихся данных.

Растущая сложность современных данных и вычислений, которые требуются для их осмысления, предъявляют дополнительные требования к дата-грамотности. Энгель [5] и Риджуэй [6] указывают, что дата-грамотность теперь требует от учащихся осознания многомерного характера наборов данных, которые представляют как природные, так и социальные явления, и того, как пропущенные переменные или переменные с неясным смыслом могут повлиять на интерпретацию таких данных. Опираясь на интервью с современными специалистами по интеллектуальному анализу данных и на другие источники, Х.Ли и др. [7] предлагают процесс исследования данных, состоящий из шести частей, в рамках которого необходимо обработать или подготовить данные для анализа; использовать визуализацию данных и другие статистические инструменты для изучения и анализа данных; рассмотреть модели, используемые для анализа больших наборов данных (а также их ограничения); и передать четкие истории данных и их последствия различным аудиториям (Рисунок 1).



Рисунок 1. Обобщение процесса работы с данными по Lee и др. [7]

Кроме того, рабочим подходом остается цикл работы с данными в принятой в дата-индустрии методологии CRISP-DM [8] (Рисунок 2).

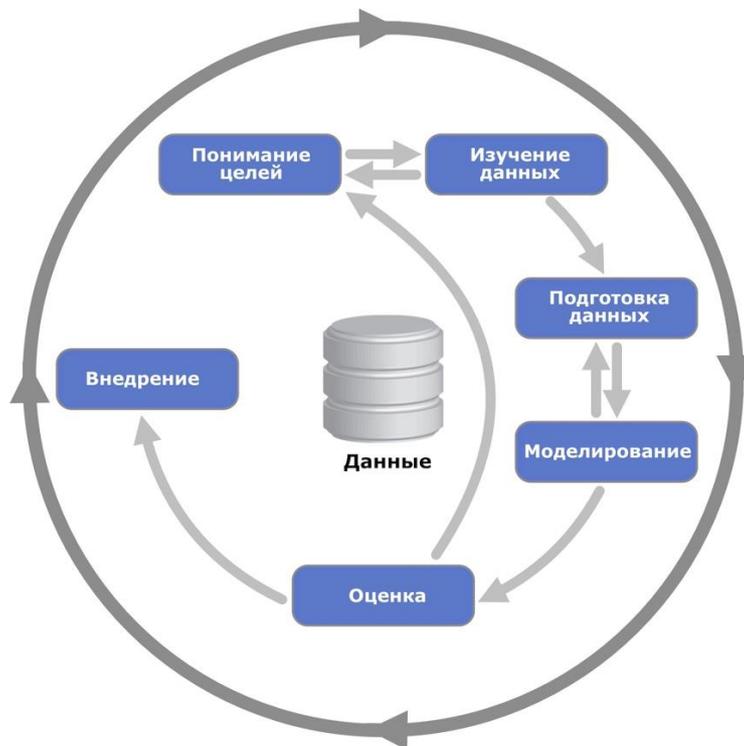


Рисунок 2. Цикл работы с данными в методологии CRISP-DM.

1.2 Определение дата-грамотности

Можно сделать следующее обобщение: под дата-грамотностью понимается способность читать, понимать и передавать информацию, представленную в виде данных. Она включает в себя навыки и знания, необходимые для интерпретации данных и принятия обоснованных решений на их основе. Навыки грамотности в области данных включают в себя умение собирать, анализировать и визуализировать данные, а также способность выявлять закономерности и делать выводы на основе этих данных.

Дата-грамотность относится к знаниям и навыкам, связанным с обработкой и интерпретацией количественных данных. В современном датафицированном мире [9] [10] это является важным элементом формирования личности, способной принимать рациональные решения, осуществлять этический выбор и вырабатывать политические мнения. Дата-грамотность включает в себя способность использовать и понимать данные, интерпретировать статистику и анализировать общественные, тех-

нические и политические процессы. Она тесно связана с понятиями "медиа-грамотности" и "информационной грамотности", формируя вместе с ними кластер современных цифровых компетенций. Различные определения дата-грамотности подчеркивают владение специальными знаниями и навыками в области анализа данных, наличие внутренней установки применять их на практике, владение количественными и аналитическими инструментами и способность применять их в подходящем контексте. Дата-грамотность также предполагает развитие количественного мышления и умения применять математические принципы к решению повседневных проблем.

Следует провести демаркационную линию между «дата-грамотностью» (англ. – data literacy) и «наукой о данных» (англ. – Data Science) – двумя разными понятиями, относящиеся к области анализа данных, но имеющими разное значение и применение. Разведение науки о данных как профессиональной области и дата-грамотности, как универсальной компетенции, требуется для дифференциации содержания образовательных программ разного уровня в этой сфере, адресованных различным аудиториям - от профессиональных курсов по анализу данных и машинному обучению до программ общей компьютерной грамотности, которые должны включать в себя элементы дата-грамотности базового уровня.

Специалисты в области науки о данных – это эксперты в использовании инструментов и методов для анализа больших массивов данных и выявления закономерностей, тенденций и инсайтов, которые могут быть использованы для принятия бизнес-решений и решения комплексных проблем, а также в разработке приложений, автоматизирующих интеллектуально трудоемкую человеческую деятельность. В отличие от дата-грамотности наука о данных – это *профессиональное* использование научных методов и инструментов для извлечения из данных инсайтов и знаний.

Дата-грамотность можно концептуализировать как *базовую компетенцию*, связанную с умением понимать и передавать информацию, представленную в виде данных; это понятие также может распространяться на функциональное использование данных, такое как сбор, анализ и интерпретацию данных [11], [12].

1.3 Предметные компоненты дата-грамотности

Дата-грамотность часто обсуждается в паре с одним или несколькими смежными понятиями, схематически изображенными на Рисунок 3:

- Статистическая грамотность

- Количественное мышление, научная картина мира
- Программирование
- Наука о данных (Data Science)
- Социально-гуманитарное знание



Рисунок 3. Предметные компоненты дата-грамотности

1.3.1 Статистическая грамотность

Дата-грамотность и статистическая грамотность – это отдельные, но связанные понятия. Карлсон и др. [11] определяют статистическую грамотность как способность «читать и интерпретировать сводную статистику в повседневных СМИ, в графиках, таблицах, заявлениях, опросах и исследованиях».

Р.Каллингэм [13] предполагает, что статистическая грамотность — это «способность понимать и критически оценивать статистические результаты, которые пронизывают нашу повседневную жизнь» и «оценивать вклад статистического мышления в частные, профессиональные и личные решения».

Разграничивая статистическую грамотность и дата-грамотность, Вольф и др. [12] определяют статистическую грамотность как оценку достоверности представленных статистических данных, но с осознанием процессов, с помощью которых были созданы статистические данные и соответствующая визуализация. Таким образом, дата-грамотность вносит свой вклад и в статистическую грамотность.

Вольф и др. [12] отмечают: в целом, определения указывают на общее понимание статистической грамотности как способности критически оценивать статистические данные, встречающиеся в повседневной жизни. Эта согласованность делает определение более полезным при обучении статистической грамотности, например, в школе. Однако следует отметить, что эти же компетенции в той или иной форме фигурируют во многих определениях дата-грамотности, но не составляют полного определения. Это говорит о том, что статистическая грамотность может быть частью более широкого набора компетенций, составляющих грамотность в отношении данных. Устранение дублирования двух видов грамотности приведет к улучшению условий для обучения обоим.

1.3.2 Вычислительные навыки и программирование.

Шваб-Маккой, Бейкер и Гаспер [14] представили отчет об исследовании, описывающем возникающий консенсус в отношении элементов начального вузовского курса по науке о данных. В этом консенсусе большое место занимают навыки в области программирования и – шире – информатики (Computer Science), предполагающими знакомство с такими темами как компьютерная инфраструктура для обработки данных, хранение и управление данными, язык запросов SQL, элементы промышленного программирования и проч. Если нас заботит то, как будет происходить переход учащегося из школьной программы в область профессионального образования, или мы рассматриваем образовательные программы в области Data Science для школьников как профессиональные пробы с намерением дать учащимся представление о профессии дата-аналитика, нам необходимо учитывать в общеобразовательных и дополнительных программах это содержание.

Нолан и Темпл-Лэнг [15] рекомендовали включить шесть вычислительных тем в обучение статистике студентов вузов: Основы научных вычислений с данными; Информационные технологии; Вычислительная статистика (например, численные алгоритмы) для реализации статистических методов; Продвинутое статистические вычисления; Визуализация данных; Интегрированные среды разработки (IDE).

На практике в связи с большим объемом материала далеко не все темы из ИТ включаются даже в вузовские программы по DS (см., например, темы, которые чаще всего преподаются и остаются за скобками на вводных курсах по науке о данных в Приложении X). Однако, например, элементы программирования на языке Python, для которых широко используется для обработки данных, уже сейчас получили широкое распространение как в школьной программе, так и на курсах в рамках ДО, заменив собой устаревшие языки программирования, например, Pascal.

1.3.3 Количественное мышление и научная картина мира. Анализ данных как эпистемическая практика

Дата-грамотность и статистическая грамотность пересекаются и взаимодействуют с более широкими понятиями, такими как «научное мышление» [16] и «количественное мышление» [17], которое в общем смысле определяется как способность анализировать количественную информацию. Это включает в себя способность строить умозаключения не только в связи с учебными заданиями, но и в повседневной жизни, например, при планировании бюджета и совершении покупок. Количественное мышление включает следующие шесть способностей [18, р. 13]: (1) читать и понимать информацию, представленную в различных форматах, например, в графиках, таблицах, геометрических фигурах, математических формулах или в тексте (например, в реальных задачах); (2) интерпретировать количественную информацию и делать соответствующие выводы из нее; (3) решать проблемы, используя арифметические, алгебраические, геометрические или статистические методы; (4) оценивать ответы и проверять их на обоснованность; (5) передавать количественную информацию вербально, численно, алгебраически или графически; (6) признавать ограничения математических или статистических методов.

В процессе формирования научной картины мира как в естественных, так и в социогуманитарных областях знания, начиная с подросткового возраста, от учащихся ожидается, что они будут формировать понимание содержания посредством использования целого ряда научных практик, таких как научное моделирование, выдвижение гипотез, постановка проблемы, проведение исследований, построение объяснений и аргументацию доказательств. Эти практики хорошо согласуются с работой с данными: их сбором для понимания явлений реального мира, их использование в качестве доказательств, с аргументацией на основе данных, а также с их интерпретацией. Кроме того, научный подход предполагает, что *учащимся следует*

наделять количественные данные более высоким эпистемическим статусом, чем другие формы доказательств [19].

Одним из наиболее очевидных способов, с помощью которых учащиеся могут продуктивно работать с сложными данными, занимаясь исследовательской практикой, является измерение и моделирование. Одной из важных особенностей моделирования на основе данных (по сравнению с другими моделями) является акцент на выборе измеряемых характеристик исследуемого явления [20]. Лерер и Ромберг [21] пропагандируют "моделирование данных", в котором особое внимание уделяется итерационным циклам постановки вопросов, создания и выбора параметров, которые можно измерить, построения мер, структурирования и представления данных, а также интерпретации результатов исследования. Важность моделирования для овладения дата-грамотностью обосновывается ниже в связи с возрастными особенностями учащихся.

1.3.4 Наука о данных (Data Science) и дата-грамотность

Наука о данных – это область, которая включает в себя использование научных методов, алгоритмов и статистических приемов для извлечения информации и знаний из данных. Наука о данных включает в себя такие задачи, как добыча данных, машинное обучение, инжиниринг и визуализация данных, предиктивная аналитика и проч. Разделение науки о данных и дата-грамотности было сделано нами выше.

1.4 Критическая дата-грамотность

Происходящая *датафикация* [22] современного общества, в процессе которой большие области человеческой жизни стали поддаваться масштабируемой автоматической обработке и анализу, создала предпосылки для концептуализации критической дата-грамотности (англ. – *critical data literacy*). В связи с феноменами датафикации Д'Игнацио и Бхаргава [23] полагают, что грамотность в эпоху больших данных должна включать способность определять, когда и где собираются данные *о нас*; общее понимание того, что такое алгоритмы и как они моделируют человека; и способность взвесить "реальные и потенциальные этические последствия решений, основанных на данных, для человека и общества" (стр. 3).

Критическая дата-грамотность предполагает рефлексивный взгляд на данные и их растущее применение в современном обществе. Это включает в себя этическую оценку методов сбора и использования данных с должным вниманием к защите частной жизни и человеческого достоинства. Это требует понимания отношений власти в государственных системах с акцентом на целях и методах, используемых властными инстанциями при производстве и использовании данных. Критическая дата-грамотность предполагает, что обладающий ею гражданин не только компетентен в вопросах данных, но и мотивирован отстаивать общественное благо и личную безопасность (например, [24], [25]).

T.Weiland [26], R.Gutiérrez [27] и др. авторы указывают, что крупномасштабные социально-политические проблемы, такие как социальное неравенство, иммиграция, бедность, этнические предубеждения, загрязнение окружающей среды и проч, могут быть рассмотрены в разных, посвященных приобретению критической дата-грамотности образовательных форматах, включая школьную программу, чтобы учащиеся не только знали о них, но и получали опыт их исследования математическими и статистическими методами.

2 Актуальность дата-грамотности как современной универсальной компетенции, востребованной в системе общего и дополнительного образования детей

2.1 Актуальность дата-грамотности в контексте социокогнитивной специфики обучения в подростковом и юношеском возрасте

Грамотность в области анализа и интерпретации данных, тенденция придавать выводам на основе данных более высокий эпистемический статус подкрепляет основу научной рациональности учащегося, закладываемой в период формирования научной картины мира в подростковом и юношеском возрасте.

Когнитивное складывание индивида в подростковом и юношеском возрасте уже завершено. В общем случае он готов к взрослым образовательным практикам. По мнению Д.Б. Эльконина, наиболее значимой деятельностью для учеников в старшей школе становится учебно-профессиональная деятельность, «благодаря ко-

торой у старшеклассников формируются определенные познавательные и профессиональные интересы, элементы исследовательских умений¹. В период старшей школы учащиеся начинают формировать способность к составлению жизненных планов, которая связана с представлением о своем Я в будущем, проектированием и планированием своего индивидуального пути. Это процесс самоопределения, который осуществляется через прохождение серии «проб», приобретение опыта принятия решений о своем участии в образовательных и социальных практиках. Эти решения затрагивают различные аспекты жизни, такие как: внутренний мир и самопознание, ценности и дружба, любовь и семья, интересы и профессия, мораль и общественная позиция.

Следует акцентировать внимание на двух последних пунктах из перечисленных выше, т.к. важнейшей спецификой юношеского возраста является активная включенность индивида в общественную жизнь.

В подростковом возрасте закрепляется понятийный способ мышления, а также развивается умение использовать теоретическое понятие в качестве инструмента. За счет использования понятий подросток осознает связи, отношения и зависимости, которые скрыты за поверхностными явлениями, что в свою очередь помогает ему понимать закономерности, управляющие действительностью. Понятийное мышление не только коренным образом перестраивает всю интеллектуальную сферу, но и является необходимым условием для личностного развития и социальной эффективности индивида. Подросток должен осознавать ограничения логики, выстраиваемой с использованием тех или иных понятийных структур, и понимать, какие знания могут быть получены с помощью различных моделей и какие нет.² Для достижения этой цели важно, чтобы учащийся искал различные исходные отношения и предметные условия, лежащие в основе того или иного понятия. Это возможно через создание, оценку и критику различных моделей; специальное создание и построение таких моделей является главным учебным действием подростковой школы.

Эндрю Пикеринг в работе "Валки практики" [28] пишет о моделировании в связи с субъектностью исследователя в научной практике. По мнению Пикеринга,

¹ Эльконин Д.Б., Избранные психологические труды, В. 3. под. ред. В.В. Давыдова, Ed., М.: Педагогика, 1989. С. 43.

² Давыдов В.В., Репкин В.В., "Организация развивающего обучения в V-IX классах средней школы. Рекомендации для учителей, руководителей школ и органов управления образованием," // Психологическая наука и образование, vol. 2, no. 1, pp. С.15-34, 1997.

моделирование является ключевой деятельностью, в которой реализуется субъектность ученого. Пикеринг подчеркивает, что модели – это не просто репрезентации реальности, но скорее активные и динамичные сущности, которые формируют и оказывают влияние на научную практику. Модели не являются нейтральными инструментами, которые ученые используют для пассивного наблюдения за миром; напротив, ученые активно конструируют их и манипулируют ими, а те, в свою очередь, оформляют способы, с помощью которых ученые наблюдают, экспериментируют и теоретизируют. В этом смысле именно моделирование подразумевает субъектную позицию ученого. Исследователи проявляют субъектность, когда выбирают, какие переменные включить или исключить из модели, когда решают, какие предположения сделать о поведении этих переменных, и когда используют модели для составления прогнозов о поведении реальных явлений. Более того, на личное участие в моделировании также влияет более широкий социальный и культурный контекст, в котором работают ученые, например, нормы и ценности их научного сообщества. Пикеринг утверждает, что моделирование является ключевым местом, где происходит "танец агентностей", поскольку динамическое взаимодействие между человеческой субъектностью и агентностью материального особенно ярко проявляется в процессе построения модели и манипулирования ею. Ученые должны постоянно корректировать и адаптировать свои модели в ответ на неожиданные результаты или новые данные, а это требует высокой степени импровизации и творчества.

Исходя из вышеизложенных рассуждений о понятийном мышлении, моделировании и самоопределении, можно сделать следующие выводы о специфике обучения подростков:

- 1) Следует акцентировать внимание на моделировании как основном виде деятельности. Модель должна служить центральным элементом образовательной деятельности, выполнять функции генерирования новых знаний, служить базисом для трансформации условий проблемы (формирования предмета изучения) и выявления ключевых связей между собственными компонентами и во взаимосвязях с внешним окружением;³

³ Эльконин Б.Д., Воронцов А.Б., Чудинова Е.В., Подростковый этап школьного образования в системе Эльконина – Давыдова // Вопросы образования, №3. С. 118-42. URL <https://vo.hse.ru/article/view/14841> (дата обращения: 08.04.2023), 2004.

- 2) В преподавании подросткам необходимо осуществить переход от отражающей модели к управляющей. Управляющей моделью является та, работа с которой регулирует процессы изменения (трансформации, движения, формирования) объектов. Иными словами, она определяет и выстраивает возможные динамики объектов и диапазон их действия. В контексте развивающего обучения, переход от генерализованного отражения объектов к тестированию границ управления их поведением представляет собой ключевое изменение в способах действия у подростков;⁴
- 3) Именно исследование и моделирование социогуманитарных, социэкономических объектов в наибольшей степени соответствует ведущей деятельности, социальной ситуации развития и новообразованиям старшего подросткового и младшего юношеского возраста.

Анализ социогуманитарных, социэкономических данных поддерживает самоопределение учащегося по двум векторам: во-первых, это профессиональное самоопределение по отношению к профессии «дата-аналитик», во-вторых, самоопределение по отношению к той социокультурной проблеме, которую репрезентирует набор данных.

2.2 Актуальность социогуманитарного содержания в обучении дата-грамотности

В.Ли [29], разворачивая трехслойную гуманистическую модель взаимодействия учащегося с данными, выделяет, помимо личностного и дисциплинарного, социополитический слой, который он определяет как "устойчивые политические и социальные нарративы, которые влияют на цели и методы, с помощью которых наборы данных конструируются, интерпретируются и используются как социальные тексты". В.Ли приводит несколько образовательных кейсов, которые демонстрируют, что явное привлечение внимания учащихся к социально-политическому аспекту данных может привести их к лучшему пониманию взаимосвязей между выстраиваемыми ими моделями, собой и обществом – рассуждение, перекликающееся как с упомянутым выше процессом юношеской субъектификации, так и с понятием критической дата-грамотности [30].

⁴ там же.

Понимание учащимися способов кодирования политических и общественных идеологий в наборах данных и их использовании, манипулирование данными для поддержки дискурса власти/знания, подкрепления или маргинализации отдельных социальных групп, а также распознавание того, какие степени доступа к данным предоставляются теми или иными институтами и организациями и насколько прозрачна политика доступа к данным для общественности – все это может быть результатом образовательных событий, в которых, к примеру, данные о социальной идентичности и мобильности (и связанные с ними вопросы истории и политики) намеренно переплетаются с живым опытом, интервью, ведением дневника и другими способами познания и вовлекают учащихся в новые способы восприятия сложных данных. Это позволяет учащимся исследовать, как действия людей, последствия этих действий, их историко-политический контекст влияют на них самих и на общество в целом. Например, Дж.Кан [31] Дж. Кан описывает создание “семейных геоисторий” на основе данных, и показывает, как их интерпретация вместе с семейными историями миграции формирует вокруг них сложную социоисторическую рамку, влияющую на самоидентификацию молодых людей.

Марта Нуссбаум в книге "Не для прибыли: почему демократии необходимы гуманитарные науки"⁵ защищает тезис о том, что для создания сильной экономики и процветающего демократического общества социально-гуманитарное образование так же важно, как математика и естественные науки. В книге приведены следующие основные аргументы в защиту данного тезиса:

1) Социогуманитарные знания способствуют *критическому мышлению и гражданской активности*: Нуссбаум утверждает, что изучение гуманитарных наук, включая литературу, историю и философию особенно важно в демократическом обществе, где граждане должны иметь возможность участвовать в осведомленных и критических дебатах по политическим вопросам;

2) Социогуманитарные знания способствуют *эмпатии и пониманию*: Нуссбаум считает, что это необходимо для создания разнообразного и инклюзивного общества, в котором все граждане могут участвовать полноценно;

3) Внимание к социогуманитарным аспектам окружающей действительности способствует *креативности и инновациям*, стимулируя предпринимательское вооб-

⁵ Нуссбаум М. Не ради прибыли: зачем демократии нужны гуманитарные науки, М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2014. – 192 с.

ражение, что важно и для экономического роста, и для создания живого и динамичного демократического общества. (Верно и обратное: в результате пренебрежения свободой социоэкономической мысли и либеральных искусств экономическая жизнь со временем деградирует, так как обедняется та творческая общественная атмосфера, в которой нуждаются бизнесмены и менеджеры для развития новых проектов);

4) Социогуманитарные знания необходимы для всестороннего *образования*: Нуссбаум считает, что образование, которое сосредоточено исключительно на технических навыках и естественнонаучных знаниях, не отвечает современным вызовам.

Вместе с тем существует тренд включать элементы социогуманитарного знания в STEM-программы⁶, т.к. в современном обществе наблюдается дефицит не технологически сложных инженерных решений, но скорее дефицит их экономической, экологической и социальной устойчивости. Так, I.Josa и A.Aguado [32] в обширном исследовании о внедрении социогуманитарных наук в программы высшего инженерного образования в области гражданского строительства отмечают, что эта область нуждается в междисциплинарном подходе к образованию: «Эта необходимость обусловлена тем, что современные вызовы обществу, связанные с областью гражданского строительства, заключаются не столько в разработке и применении сложных технологий, сколько в их адекватности с точки зрения экономической, экологической и социальной устойчивости. Следовательно, необходимо включить социальные и гуманитарные науки в качестве основы в образование инженеров».

J.Evans [33] пишет о четырех компонентах высшего образования в области гражданского строительства: математика, естественные науки, гуманитарные и социальные науки. Соглашаясь, что все студенты не могут освоить все социогуманитарные науки, он предполагает, что студенты сначала должны уметь распознавать и идентифицировать фактическую информацию из каких-нибудь двух областей общественных и двух гуманитарных наук. Студенты должны уметь объяснять концепции по крайней мере одной области социальных и одной области гуманитарных наук,

⁶ STEM (англ. Science, Technology, Engineering, and Mathematics) – акроним, используемый для объединения дисциплин естественных наук, технологии, инженерии и математики. Хотя нет окончательного соглашения, какие именно дисциплины следует включать в STEM, обычно к ним относятся естественные науки (биология, физика, химия) и точные науки (математика, логика, статистика). Гуманитарные, социальные науки сгруппированы вместе с искусством под аббревиатурой SHAPE (англ. – Social Sciences, Humanities and the Arts for People and the Economy).

чтобы объяснить, как эта область может помочь им в принятии инженерных решений. Студенты должны уметь применять свои знания в этих областях наук, формулируя применимые социогуманитарные критерии и используя их при разработке решения фундаментальных инженерных проблем в своей области. Примеры знаний из социальных наук, которые могут быть применены в гражданском строительстве: экономика, безопасность, транспорт, экологическая инженерия, дизайн. Примеры гуманитарных знаний включают в себя применение философии в инженерной этике, изобразительного искусства в эстетике сооружений, истории.

Таким образом, мы видим, что акцент на социогуманитарном содержании в процессе обучения дата-грамотности имеет основания не только с точки зрения психологии развития, но и с точки зрения планирования компетентностного горизонта будущих специалистов как в социокультурной, так и в инженерной сфере.

3 Компетентностная модель дата-грамотности

3.1 Типы компетентностных моделей

В нашем быстро меняющемся мире требования к образованию постоянно эволюционируют. Требования к знаниям и навыкам, которыми должен обладать современный человек, становятся все более сложными и многофакторными. В это время появляется неотложная потребность в разработке устойчивых и эффективных методов оценки и развития компетенций, особенно у детей.

Компетенции представляют собой сложный набор знаний, умений, опыта и личностных качеств, которые позволяют человеку успешно справляться с определенными задачами и проблемами. Они выходят за рамки простого усвоения знаний и включают в себя способность применять эти знания в различных контекстах и ситуациях. Проектирование компетентностных моделей является одним из ключевых методов, позволяющих систематизировать и структурировать компетенции. Основываясь на конкретных потребностях образовательного процесса и требованиях рынка труда, компетентностные модели создают рамки, в которых учащиеся могут развивать и демонстрировать свои способности. Сегодня активно используется понятие «фреймворк» (или рамочная модель) к описанию компетенций. Это объясняется необходимостью обеспечения универсальности и сравнимости разных систем оценки. Фреймворк компетенций позволяет упорядочить разнообразные навыки и знания, классифицировать их по уровням

сложности и значимости. Это облегчает процесс оценки, учитывая индивидуальные и культурные особенности. Разнообразие подходов к проектированию компетентностных моделей отражает сложность самой концепции компетенции. Она включает в себя не только когнитивные, но и эмоциональные, социальные, и даже этические аспекты. Это приводит к тому, что одна и та же компетенция может быть интерпретирована и оценена по-разному в разных культурных и образовательных контекстах.

Подходы к описанию структуры компетентностной модели могут быть разнообразными и включать различные методологии и рамки. Можно выделить 8 основных типов моделей компетенций, которые сегодня используются и при этом не являются взаимоисключающими:

- иерархические модели;
- сетевые модели;
- модульные модели;
- циклические модели;
- ориентированные на результат модели;
- холистические модели;
- контекстуальные модели;
- кластерные модели.

После всестороннего рассмотрения различных типов компетентностных моделей, становится очевидным, что выбор подхода должен зависеть от специфических целей и контекста, в котором модель будет применяться. *Кластерные модели*, в частности, доказали свою эффективность в современных международных программах оценки, таких как PISA, TIMSS и др. Их структура, которая группирует различные аспекты компетенций в более крупные категории, делает их удобными для комплексного анализа и использования.

Кластерные модели компетенций представляют собой структуры, которые объединяют различные компетенции в группы или кластеры, основываясь на определенных схожих характеристиках или функциональных аспектах одной компетенции. Они могут быть сложными и многоуровневыми, включая различные аспекты знаний, навыков и отношений. Например, в сфере управления персоналом модели компетенций часто разделяют компетенции на кластеры, такие как лидерство, коммуникативные навыки, стратегическое мышление и др. В свою

очередь, каждый кластер имеет свой набор знаний, умений и навыков, которые отражают специфику кластера.

На примере PISA (Programme for International Student Assessment) можно увидеть, как оцениваемый в рамках данной программы результат делит компетенции на три основные области или кластера: чтение, математика, естественные науки. В свою очередь, каждый кластер имеет свой набор знаний, умений и навыков. Например, чтение включает в себя понимание, использование, отражение и оценку письменных текстов. Сама кластеризация может основываться на различных критериях, таких как уровень сложности, функциональная область, или тип компетенции (например, технические vs мягкие навыки). Одна из особенностей кластерных моделей заключается в том, что их формулируют в избыточных вариантах. В таком случае они представляют собой некую идеальную карту умений, навыков и знаний, сгруппированных по определённым свойствам и специфике. Это предполагает, что ученик в рамках образовательной программы может не освоить все представленные знания, умения и навыки, тем самым всегда понимая зону своего ближайшего развития.

Кластерные модели полезны в ситуациях, где необходимо управлять большим количеством компетенций, разбивая их на более управляемые группы. Это может облегчить процесс анализа и развития компетенций, а также сделать модели более понятными и доступными.

3.2 Кластерная компетентностная модель дата-грамотности

Когда речь заходит о дата-грамотности, кластерный подход представляется вполне обоснованным. В современном мире, где данные играют ключевую роль в принятии решений, обучение дата-грамотности становится всё более важным. Знания, умения и навыки в этой области многогранны и включают в себя такие аспекты, как сбор данных, анализ, интерпретация, визуализация и этическое использование. Кластеризация этих навыков в более широкие категории может облегчить понимание и изучение этой сложной темы. Перед нами стояла задача представить модель, которая была бы пригодна для интеграции такого нового образовательного результата как дата-грамотность в уже существующие программы. Кластерная структуризация различных знаний, умений и навыков также позволяет

выборочно использовать различные аспекты дата-грамотности в зависимости от целей и контекста различных учебных дисциплин и образовательных программ.

Предлагаемая кластерная модель дата-грамотности направлена на интеграцию различных областей знаний и навыков, которые необходимы для эффективного взаимодействия с данными в различных контекстах и предметных областях. На основе анализа научно-методических подходов к пониманию содержания и роли дата-грамотности в современных образовательных практиках, который был представлен выше, мы можем выделить основное содержательное наполнение дата-грамотности как компетентностного результата.

При синтезе теоретико-практической рамки для концептуализации дата-грамотности как универсальной компетенции мы отдавали предпочтение подходам, артикулирующим научное знание (PISA в части моделей естественно-научной и цифровой грамотности) и компетентности учащихся в области гражданского образования и формирования гражданской идентичности (ICCS).

Мы концептуализировали дата-грамотность как композитную компетенцию, связанную с умением *понимать и передавать информацию*, представленную в виде данных; это понятие также может распространяться на *функциональное использование* данных, такое как сбор, анализ и интерпретация. Нами также был выделен *критический аспект* дата-грамотности в рамках социально-гуманитарных контекстов как принципиально важный элемент рассматриваемого нами образовательного результата. Таким образом, дата-грамотность представляет собой тот тип образовательного результата, который содержит в себе как технические и исследовательские навыки, так и социальные установки, что обосновывает кластерный тип модели как наиболее рациональный для описания.

В рамках дата-грамотности как базовой компетенции мы выделяем три кластера навыков.

1. Чтение и обработка данных. Этот кластер ориентирован на техническое взаимодействие с данными. Он включает в себя навыки и способности, необходимые для нахождения правильных и релевантных данных, а также их анализа. Кластер связан с способностью ориентироваться в различных источниках данных, уметь получать их, обрабатывать и модифицировать, выбирать наиболее подходящие и достоверные данные для конкретных целей, применять инструменты технического анализа данных.

2. Понимание и интерпретация данных. В этом кластере акцент делается на аналитических навыках, необходимых для глубокого понимания и интерпретации собранных данных, это – «концептуальный» аспект научной практики и производства знаний, который относится к идеям, теориям и моделям, которые используются для осмысления данных. Кластер связан с понятийным мышлением, с способностью к анализу, оценке и интерпретации данных, выявлению закономерностей и взаимосвязей; с умением выделять понятия и признаки, необходимые для проведения исследования; отделять известное от неизвестного, актуализировать имеющиеся предметные знания, применять логику, уметь формулировать гипотезы и строить способы их проверки. Кластер отражает необходимость понимать структуру данных, смысл и возможные взаимосвязи между различными элементами данных.

3. Представление и использование данных. Этот кластер фокусируется на способности визуализировать, представлять и эффективно использовать данные для различных целей, таких как принятие решений или коммуникация с различными аудиториями. Кластер связан с навыками передачи данных в понятной и доступной форме, включая визуализацию, а также с умением использовать данные для решения конкретных задач и проблем, учитывая этические и социальные аспекты применения данных. Данный аспект подчёркивает важность умения делать данные и результаты работы с ними понятными и применимыми в различных контекстах. Этому кластеру соответствует социальный аспект научной практики.

Эти три кластера дата-грамотности соотносятся с полным циклом работы с данными, от их поиска и чтения до понимания и использования. Каждый кластер важен в этом процессе, и вместе они обеспечивают комплексный подход к развитию навыков работы с данными, не отрывая данную область знания от практического контекста.

В свою очередь, каждый кластер состоит из набора навыков, которые отражают специфику кластера (см. Таблицу 1 в Приложении А). Каждому навыку присвоен уровень, который отражает сложность освоения навыка: чем сложнее навык, тем выше его уровень. Следует отметить, что сложность является континуальной, а выделенные уровни сложности являются условными, обозначая зоны ближайшего развития соответствующих компетенций учащихся по направлению от средней к старшей школе.

Столбцы таблицы представляют собой фазы конвенционального цикла исследования данных (напр., CRISP-DM), сгруппированные в деятельностные

блоки, охватывая/учитывая, таким образом, векторы формирования субъектности (агентности) учащегося: человеческую (как автора исследования, принимающего решения), дисциплинарную (как эксперта, следующего методам и индустриальным стандартам исследования данных), и как социального субъекта в культурно-историческом контексте, включая необходимость донесения результатов своей авторской работы до публики.

Мы намеренно не детализируем подлежащие овладению учащимися широко известные конкретные навыки работы с данными (например функциональности конкретных программных пакетов, алгоритмы и операции по обработке данных) т.к. в ближайшей перспективе они могут меняться в связи со стремительным развитием ИКТ и методов работы с данными, включая в модель только инвариантные верхнеуровневые требования.

Заключение

Результатом данного исследования является компетентностная модель датаграмотности, охватывающая основные компоненты научно-практической деятельности и индустриальный цикл исследования данных, в которую входят три кластера:

- 1) Чтение и обработка данных (технические компетенции).
- 2) Понимание и интерпретация данных (научные компетенции).
- 3) Представление и использование данных (социально-гуманитарные компетенции).

Значимость этих кластеров с точки зрения образовательных результатов заключается в следующем:

1. Владение *техническими средствами* работы с данными, методами их получения, обработки и хранения представляют собой базовую инструментальную компетенцию для эффективной жизнедеятельности в современном датафицированном обществе.

2. Исследование данных задает необходимость *овладения основами научного метода*, включая умение отделять известное от неизвестного, формулировать, операционализировать и проверять гипотезы, интерпретировать полученные результаты и т.д. Придание выводам на основе данных более высокого эпистемического статуса подкрепляет основу научной рациональности учащегося, позволяя им критически и

непредвзято анализировать информацию и делать основанные на данных выводы о различных аспектах технической и общественно-политической сферы.

3. Компетенции как прямой, так и опосредованной *коммуникации с разными аудиториями по поводу и на основе данных*, включая личный и общественный смысл, который несут эти данные. Это включает в себя рефлексию как общественно-политических аспектов производства и трансляции знаний об окружающей действительности посредством данных, так и собственного отношения к этим процессам, способность дать им критическую оценку, сформулировать и представить публике собственные лично значимые темы дата-исследований и проектов. Знания, умозаключения, касающиеся этих проблем, и вовлеченность в них учащихся может привести их к лучшему пониманию взаимосвязей между выстраиваемыми ими моделями, собой и обществом, способствуя их становлению как информированных граждан с артикулированной этической позицией и рефлексивным самосознанием.

Наряду с данной конфигурацией компетенций *новизна* исследования научно-методических подходов к формированию и оценке дата-грамотности заключается в обосновании *акцента на исследовании учащимися социо-экономических данных и выполнении дата-проектов в области цифровой гуманитаристики*. Данное фокусирование может претендовать на универсальность в силу того, что (1) исследование и дата-моделирование именно социогуманитарных, социо-экономических объектов в наибольшей степени соответствует ведущей деятельности, социальной ситуации развития и новообразованиям старшего подросткового и младшего юношеского возраста; (2) данная направленность требует комплексного развития компетенций, входящих во все кластеры предлагаемой модели дата-грамотности. Свойственная социогуманитарным тематикам междисциплинарная перспектива стимулирует у учащихся формирование комплекса знаний и навыков, которые находят широкое применение в самых разных сферах деятельности. Такая тематическая рамка закладывает основы ценной для будущего специалиста междисциплинарной перспективы, востребованной в широком диапазоне профессий. В совокупности с тремя описанными кластерами компетенций она помогает учащимся перейти от пассивного потребления информации к активному исследованию и критическому анализу данных, что является неотъемлемым элементом как в социогуманитарных, так и в технических областях.

Проделанная в рамках данного исследования работа может быть продолжена в направлении дальнейшего уточнения элементов модели дата-грамотности,

разработки методических материалов по формированию и развитию дата-грамотности в системе общего и дополнительного образования, включая принципы педагогического дизайна соответствующих образовательных практик, рекомендации по разработке дидактических и контрольно-измерительных материалов, а также методической поддержке преподавателей общего и дополнительного образования, осваивающих технологии формирования и оценки дата-грамотности.

Благодарности

Материал подготовлен в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

Приносим благодарность П.П. Глухову за помощь в подготовке материалов, касающихся международных и отечественных подходов к измерению компетентностных образовательных результатов и организации компетентностных практик в системе общего и дополнительного образования детей.

Приложение А.

Таблица 1. Компетентностная модель дата-грамотности

	Кластер 1. Чтение и обработка данных	Кластер 2. Понимание и интерпретация данных	Кластер 3. Представление и использование данных	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small; margin-right: 5px;">↑</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small; margin-right: 5px;">↓</div> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Основное общее образование (5-9 кл.)</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Среднее общее образование (10-11 кл.)</p>	I	<ul style="list-style-type: none"> - знать, как данные собираются и хранятся - собирать и структурировать данные на основе измерений - получать готовые данные, импортировать данные из разных форматов - управлять данными, визуализировать и исследовать их при помощи электронных таблиц - владеть основами программирования для работы с данными, умение обрабатывать и характеризовать данные программными средствами на базовом уровне - различать случаи применения стандартных задач машинного обучения (классификация, регрессия, кластеризация) 	<ul style="list-style-type: none"> - различать типы и структуры данных - читать и интерпретировать простые диаграммы; - оценивать корректность диаграмм, распознавать случаи манипулирования данными и инфографикой - уметь критически оценивать надежность источника данных, валидность и надежность самих данных - выбирать измеряемые характеристики изучаемого явления/объекта и получать соответствующие им данные 	<ul style="list-style-type: none"> - реконструировать датафикацию повседневности, распознавать кейсы применения данных в окружающей технологической и социальной среде, в т.ч. свой «цифровой след» - отстаивать свою точку зрения, формировать аргументацию и доказательства, основываясь на данных - оценивать последствия применения данных для индивида и общества - понимать и применять этические принципы в работе с данными
	II	<ul style="list-style-type: none"> - применять специализированные программные пакеты для работы с данными - выполнять разведочный анализ и визуализацию данных - получать данные из внешних источников - выполнять обработку и инжиниринг данных - моделировать объекты и явления с помощью решения основных задач машинного обучения (классификация, регрессия, кластеризация), оценивать качество моделирования 	<ul style="list-style-type: none"> - ставить исследовательские вопросы, отделять известное от неизвестного; формулировать гипотезы и проверять их на данных; применять логику - выделять и понимать понятия и категории, используемые при формулировании гипотезы, и то, какими данными они могут быть репрезентированы - понимать концепцию набора данных как многомерного пространства признаков - принимать решения о том, какие данные нужны для построения модели явления или объекта - интегрировать данные из разных источников 	<ul style="list-style-type: none"> - визуализировать данные и результаты их исследования для разных аудиторий - уметь объяснять свои аналитические модели непрофессиональной аудитории - рефлексировать, как ценности и убеждения исследователя влияют концептуализацию и интерпретацию данных - понимать возможные ограничения или предвзятость сделанных выводов - актуализировать знания из разных дисциплин для решения поставленной задачи
	III	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно добывать релевантные данные для решения поставленной задачи, оценивать их качество - формировать собственные наборы данных - подвергать данные обработке и выполнять их анализ - использовать модели машинного обучения для решения специфических задач реального мира - осознанно действовать в рамках конвенциональной методологии исследования данных 	<ul style="list-style-type: none"> - создавать собственные основанные на данных многофакторные модели сложных явлений реального мира (социально-экономических и проч.), объясняющие и прогнозирующие их динамику - действовать в итерационном цикле постановки исследовательских вопросов, создания и выбора измеряемых переменных, построения мер, структурирования и представления данных, а также интерпретации результатов исследования - понимать институциональные, экономические, технологические, социально-психологические аспекты применения данных в современном обществе 	<ul style="list-style-type: none"> - применять анализ данных и машинное обучение для междисциплинарного исследования социально-экономических и проч. явлений и объектов реального мира - принимать решения, основываясь на данных

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Deahl E. Better the Data You Know: Developing Youth Data Literacy in Schools and Informal Learning Environments. M.S. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 2014. URL <http://hdl.handle.net/1721.1/89958>
2. Vahey P., Yarnall L., Patton C. и др. Mathematizing middle school: Results from a cross-disciplinary study of data literacy / Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA, 2006.
3. Wild C.J., Pfannkuch M. Statistical thinking in empirical enquiry // International Statistical Review, 1999, vol. 67, no. 3. С.223–265.
4. Bargagliotti A. и др. Pre-K-12 guidelines for assessment and instruction in statistics education II (GAISE II) (2nd ed.). American Statistical Association: 2020.
5. Engel J. Open data at the interface of mathematics and civics education: Challenges of the data revolution for the statistics curriculum // Journal of Mathematics and Statistical Science, 2016, Vol 2(5). С.264–273. <https://www.ss-pub.org/journals/jmss/vol-2/vol-2-issue-5-may-2016/>
6. Ridgway J. Implications of the data revolution for statistics education: The data revolution and statistics education // International Statistical Review, 2016, vol. 84, no. 3. С.528–549. <https://doi.org/10.1111/insr.12110>
7. Lee H.S. и др. Investigating data like a data scientist: Key practices and processes // Statistics Education Research Journal, 2022, vol. 21, no. 2. Article 3. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i2.41>
8. Chapman P. и др., CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide, / CRISP-DM Consortium, 2000. [Электронный ресурс] URL <https://www.the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf> (дата обращения 10.04.2020).
9. Mejias U.A., Couldry N. Datafication // Internet Policy Review, 2019, vol. 8, no. 4. DOI: 10.14763/2019.4.1428
10. Cope B., Kalantzis M., Searsmith D. Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies // Educational Philosophy and Theory, 2020, 53(12). С.1229-1245. DOI: 10.1080/00131857.2020.1728732
11. Carlson J.R., Fosmire M., Miller C.C., Nelson M.S. Determining data information literacy needs: A study of students and research faculty / Data Information Litera-

cy: Librarians, Data, and the Education of a New Generation of Researchers, Purdue University Press, 2015. C.11-33, URL <https://www.jstor.org/stable/j.ctt6wq2vh>

12. Wolff A. и др. Creating an understanding of data literacy for a data-driven society // The Journal of Community Informatics, 2016, 12(3). C. 9–26, <https://doi.org/10.15353/joci.v12i3.3275>

13. Callingham R. Assessing Statistical Literacy: A Question Of Interpretation? / International Conference on Teaching Statistics (ICOTS7), Voorburg, The Netherlands, 2006. URL: http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/6D1_CALL.pdf

14. Schwab-McCoy A., Baker C.M., Gasper R.E. Data Science in 2020: Computing, Curricula, and Challenges for the Next 10 Years // Journal of Statistics and Data Science Education, 2021, vol. 29, no. sup1. C.S40-S50. DOI: 10.1080/10691898.2020.1851159

15. Nolan D., Temple Lang D. Computing in the Statistics Curricula // The American Statistician, 2010, vol. 64, no. 2. C.97–107, DOI: 10.1198/tast.2010.09132

16. Hosein A., Rao N. The acculturation and engagement of undergraduate students in scientific thinking through research methods / Murtonen M., K. Balloo K. (Eds.) Redefining scientific thinking for higher education: Higher-order thinking, evidence-based reasoning and research skills, Springer International Publishing, 2019. C.157–175. https://doi.org/10.1007/978-3-030-24215-2_7

17. Caulfield S.L., Persell C.H. Teaching social science reasoning and quantitative literacy: The role of collaborative groups // Teaching Sociology, 2006, vol. 34, no. 1. C.39–53. <https://doi.org/10.1177/0092055X0603400104>

18. Dwyer C.A. и др. What is quantitative reasoning? Defining the construct for assessment purposes. ETS Research Report Series, 2003(2).

19. Sandoval W.A., Çam A. Elementary children’s judgments of the epistemic status of sources of justification // Science Education, 2011, vol. 95, no. 3. C.383–408.

20. Lehrer R., Schauble L. Modeling natural variation through distribution // American Educational Research Journal, 2004, vol. 41, no. 3. C.635–679.

21. Lehrer R., Romberg T. Exploring Children’s Data Modeling // Cognition and Instruction, 1996, vol. 14, no. 1. C.69–108. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1401_3

22. Cukier K., Mayer-Schönberger V. The rise of big data // Foreign Affairs, 2013, vol. May/June. C.28-40. URL: <https://cs.brown.edu/courses/cs100/lectures/readings/riseOfBigData.pdf>

23. D'Ignazio C., Bhargava R. Approaches to building big data literacy / Bloomberg Data for Good Exchange Conference, New York City, 2015.
24. Baumer B.S., Garcia R.L., Kim A.Y. и др. Integrating data science ethics into an undergraduate major: A case study // *Journal of Statistics and Data Science Education*, 2022, vol. 30, no. 1. C.15-28/
25. NASEM. Data science for undergraduates: Opportunities and options. National Academies Press: 2018.
26. Weiland T. Problematizing statistical literacy: An intersection of critical and statistical literacies // *Educational Studies in Mathematics*, 2017, vol. 96. C.33–47. DOI:10.1007/s10649-017-9764-5
27. Gutiérrez R. The sociopolitical turn in mathematics education // *Journal for Research in Mathematics Education*, 2013, vol. 44, no. 1. C.37–68. DOI: 10.5951/jresmetheduc.44.1.0037
28. Pickering A., *The Mangle of Practice. Time, Agency and Science*. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1995.
29. Lee V.R., Wilkerson M.H., Lanouette K. A Call for a Humanistic Stance Toward K–12 Data Science Education // *Educational Researcher*, 2021, vol. 50, no. 9. C.664–672 DOI: 10.3102/0013189X211048810
30. Philip T.M., Schuler-Brown S., Way W. A framework for learning about big data with mobile technologies for democratic participation: Possibilities, limitations, and unanticipated obstacles // *Technology, Knowledge and Learning*, vol. 18, no. 3, C. 103–120, 2013.
31. Kahn, J. Learning at the Intersection of Self and Society: The Family Geobiography as a Context for Data Science Education // *Journal of the Learning Sciences*, 2020, vol. 29, no. 1. C.57-80.
32. Josa I., Aguado A. Social sciences and humanities in the education of civil engineers: Current status and proposal of guidelines // *Journal of Cleaner Production*, 2021, Vols. 311, 127489. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127489>
33. Evans J., Lynch D., Lange D. *The Role Of Humanities And Social Sciences In The Civil Engineering Body Of Knowledge / Aspirational Visions of Civil Engineering in 2025*. Honolulu, Hawaii: 2007.

Англоязычный блок