ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ заданий и задач в учебной литературе по прикладной статистике для психологов на основе компетентностного подхода

Колачев Н.И.[1] **, Новиков И.А.**[2]

[1] Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия
[2] Московский государственный институт культуры, Химки, Россия

В данной работе рассматриваются особенности учебных заданий и задач по прикладной статистике для психологов через призму компетентностного подхода. Для достижения цели исследования была разработана методология анализа, включающая четыре ключевых компонента: содержательную область, группу действий, способы репрезентации данных и инструментальность. В выборку вошли учебные издания по статистике для направлений подготовки по психологии, из которых было проанализировано 790 заданий или задач. Результаты показали, что в учебных изданиях преобладают задания/задачи, ориентированные на статистику вывода и вероятность, тогда как на описательную статистику приходится лишь пятая часть. Анализ когнитивных процессов, требуемых для решения задач или выполнения заданий, выявил доминирование действий, связанных с применением статистики, в то время как задания/задачи на интерпретацию данных и рассуждение встречаются реже, а задания/задачи на формулирование проблемы на языке статистики практически отсутствуют. Большинство заданий/задач представляют данные в текстовом виде, тогда как комбинированные формы (например, текст + диаграмма) используются крайне редко. Основным инструментом решения задач или выполнения заданий является вычисление. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости пересмотра содержания учебных заданий и задач с целью сбалансированного развития у студентов статистической грамотности.

Ключевые слова: статистика, прикладная статистика, компетентностный подход, статистическая грамотность, анализ учебных заданий,

Введение

В основе Федеральных образовательных стандартов высшего образования Российской Федерации лежит идея формирования по результатам обучения трех групп компетенций – универсальных, общепрофессиональных и профессиональных. Это означает, что учебные материалы, методические подходы и технологии должны быть компетентностно-ориентированными. В данной связи деятельность преподавателя статистики, работающего в рамках различных программ по психологии, связана с формированием общепрофессиональных компетенций[1]. Так, во ФГОС ВО (3++) для бакалавриата по направлению 37.03.01 Психология представлена общепрофессиональная компетентность, которая непосредственно связана с освоением курса статистики: «ОПК-2. Способен применять методы сбора, анализа и интерпретации эмпирических данных в соответствии с поставленной задачей, оценивать достоверность эмпирических данных и обоснованность выводов научных исследований» [Федеральный государственный образовательный стандарт, 2020]. Следовательно, перед преподавателями прикладной статистики стоит важная задача: подобрать такие учебные материалы и разработать такие методические подходы, которые не только способствовали бы освоению теоретических основ статистики, но и формировали умения, необходимые для решения широкого круга задач. Особенно актуально это для студентов направлений подготовки, не связанных с углубленным изучением математики, таких как психология, где важен акцент на интерпретации данных и их использовании в контексте реальных научных исследований и практики.

В связи с этим важным становится вопрос о том, как представлена в существующих учебных изданиях по прикладной статистике статистическая компетентность и на какие её компоненты ориентировано их содержание. Целью предлагаемой работы является анализ заданий и задач учебных изданий по прикладной статистике для психологических направлений обучения высшего образования. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд взаимосвязанных задач:

1. Обосновать методологию анализа заданий и задач учебных изданий.

2. Отобрать релевантные учебные издания.

3. Провести анализ учебных изданий по выработанной методологии.

4. Сделать обоснованные выводы о компетентностной ориентации проанализированных учебных изданий.

Настоящее исследование фокусируется на анализе содержания учебных заданий и задач по статистике, предназначенных для студентов психологических направлений, однако его дисциплинарная принадлежность выходит за рамки сугубо педагогической проблематики. Прикладная статистика является неотъемлемым компонентом психологической науки, обеспечивающим обоснованность и валидность эмпирических выводов. Способность применять методы сбора, анализа и интерпретации эмпирических данных включена в структуру профессиональных компетенций психолога как исследователя и практика, а потому изучение методов ее преподавания соответствует логике развития самой психологической науки.

Проблематика, затронутая в настоящем исследовании, также имеет непосредственное отношение к качеству психологических исследований, проводимых в отечественном академическом и прикладном поле. Как показывают предыдущие работы, ограниченное владение статистическим инструментарием может приводить к некорректной интерпретации результатов, методологическим ошибкам и снижению качества исследований [Cohen, 1994; Nickerson, 2000]. Анализ учебных заданий и задач с различных позиций позволяет выявить дисбалансы в подготовке, препятствующие развитию полноценной статистической грамотности. Таким образом, результаты настоящей работы важны не только для совершенствования учебных практик, но и для повышения эпистемологической состоятельности отечественных психологических исследований. Предлагаемый анализ заданий и задач релевантен таким курсам, как «Статистика для анализа данных», «Математические методы в психологии», «Прикладной анализ данных в психологии», «Математическое моделирование, работа с большими данными, технологии искусственного интеллекта» и др.

Обзор литературы

Важность статистики для психологов

Статистические методы занимают важное место в психологических исследованиях, позво-

[1] В дальнейшем мы будем использовать понятие «компетентность», поскольку оно является интегральной характеристикой деятельности человека. В свою очередь, понятие «компетенция» понимается как совокупность полномочий по главным аспектам профессиональной деятельности специалиста.

ляя ученым обоснованно анализировать данные, выявлять закономерности и проверять научные гипотезы. Современная психология нередко опирается на количественные методы, требующие понимания вероятностных моделей, методов статистического вывода и принципов работы с эмпирическими данными [Cohen, 1994]. Без владения статистическими методами психологи могут столкнуться с риском неверной интерпретации данных, что может приводить к ошибочным выводам и некорректным практическим рекомендациям [Nickerson, 2000].

Кроме того, в условиях растущего использования больших данных и машинного обучения в психологических исследованиях важность статистической подготовки становится еще более существенной [McElreath, 2020]. Современные подходы требуют от психологов владения достаточно сложными методами анализа данных, что нередко выходит за рамки традиционных курсов статистики [Wagenmakers et al., 2018].

Несмотря на наличие во всех известных нам программах по психологии курсов статистики, исследования показывают, что многие студенты испытывают трудности с осмыслением статистики и ее применением в реальной исследовательской практике [Zieffler et al., 2012]. Это обстоятельство подчеркивает важность разработки учебных заданий, направленных на развитие компетентностей, основанных не только на механическом применении формул, но и на способности выбирать адекватные методы анализа, критически интерпретировать результаты [Chance et al., 2007].

Кроме того, именно в нашей области – психологии – заметен такой феномен, как статистическая тревожность (statistics anxiety) [Onwuegbuzie, Wilson, 2003]. Под ним понимается «состояние, возникающее в ситуации обучения статистике, оценки знаний или обсуждения статистического материала», которое «характеризуется повышенным волнением, навязчивыми мыслями, умственной дезорганизацией, напряжением и психическим возбуждением, которое разрушает учебную деятельность студента и затрудняет работу со статистическими данными и решение статистических проблем» [Орёл, Хавенсон, 2013, с. 38]. Исследователи утверждают [Eshet et al., 2021], что статистическая тревожность связана с неэтичным поведением в ходе обучения (например, списыванием). Такое состояние не может негативно не влиять на образовательные результаты студентов в области статистики. При этом метаанализ показал, что интервенции, связанные с изменением учебного материала, совершенствованием методических подходов (так называемый cognitive support), способны одновременно снижать математическую тревожность и улучшать академические результаты в области математики [Sammallahti et al., 2023]. Это обстоятельство подчеркивает необходимость совершенствования учебно-методического сопровождения, по крайней мере, курсов математического цикла.

Таким образом, статистика является неотъемлемой частью подготовки психологов, обеспечивая их необходимыми инструментами для проведения исследований, интерпретации данных и принятия обоснованных решений. В связи с этим кажется, что разработка учебных материалов по статистике для психологов должна основываться на компетентностном подходе, направленном на формирование как теоретического, так и эмпирического мышления.

Понятие компетентности

Прежде чем переходить к обоснованию методологии анализа, проанализируем понятие «компетентность», поскольку оно обладает спецификой, важной для представленной научной работы.

Одни из авторов масштабного доклада «Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра» указывают, что компетентность – «это способность действовать определенным образом (достигать определенного результата), которая опирается на знания и навыки» [Фрумин, Добрякова, 2019, с. 64]. В другой работе исследователи приводят такое определение компетентности: «способность эффективно мобилизовать (выбирать и использовать наиболее подходящие) знания и умения для решения задач, в том числе в новых нестандартных ситуациях» [Фрумин и др., 2018, с. 15]. Сами составители доклада указывают, что их экспертно-аналитическая работа позволяет выделить три универсальные компетентности, которые не имеют деятельностной специфики: компетентность мышления, компетентность взаимодействия с другими и компетентность взаимодействия с собой.

Зарубежными исследователями в рамках концепции определения и отбора компетентностей (Definition and Selection of Competencies, DeSeCo) компетентность определяется как способность удовлетворять сложные потребности, что представляет собой комбинацию взаимосвязанных когнитивных умений, знаний и личностных качеств, таких как мотивация, ценности, установки, аттитюды и эмоции [Rychen, 2004]. Эксперты

международных сравнительных исследований качества образования также обычно выделяют три ключевые компетентности. К примеру, в Международной программе по оценке образовательных достижений 15-летних учащихся (Programme for International Student Assessment, PISA) выделяют читательскую, математическую и естественно-научную грамотности в качестве основных областей оценки [OECD, 2023]. В то же время в Международном исследовании компетентностей взрослого населения (Programme for the International Assessment of Adult Competencies, PIAAC) оцениваются чтение и понимание письменных текстов (читательская грамотность), понимание и использование математической и числовой информации (математическая грамотность), а также решение проблем [OECD, 2021]. Для нас интересны определения PISA и PIAAC по математической грамотности. Математическая грамотность в PISA определена следующим образом: «это способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира» [Рослова и др., 2019, с. 59]. В свою очередь, в PIAAC математическая грамотность определяется так: «это восприятие, использование и критическое осмысление математического содержания, информации и идей, представленных в различных формах, для того чтобы в разнообразных ситуациях взрослой жизни решать задачи, требующие математического подхода» [OECD, 2021, p. 93]. Сопоставляя эти два определения, можно заключить, что они сходны в определении ключевых когнитивных процессов (действий) – применение в PISA и использование в PIAAC, интерпретация в PISA и критическое осмысление в PIAAC. Кроме того, в обоих случаях есть указание на разнообразие контекстов, в которых возникает необходимость использования математики. При этом, в отличие от PISA, в определении математической грамотности от PIAAC есть указание на разнообразие форм представления математического содержания, идей, информации. Существенное отличие этих дефиниций в том, что авторы теоретической рамки PIAAC сознательно исключили понятие «способность», делая упор на процессе работы с разными формами математического содержания, а в рамке PISA это понятие является неотъемлемой частью, делая упор именно на том, что речь идет о характеристике человека, личности.

Таким образом, можно заключить, что компетентность предполагает способность действовать в различных контекстах, в том числе новых, ранее неизвестных. Следовательно, анализировать учебную литературу следует не по тексту, разъясняющему определенные аспекты предметного материала, а по тем заданиям и задачам, которые предлагаются для выполнения и решения, поскольку именно они требуют от обучающихся действия.

Структура статистической компетентности (грамотности)

Для того чтобы обосновать методологию анализа учебных материалов, кажется целесообразным определить структуру статистической компетентности (грамотности). В этой связи мы предлагаем опираться на рамку математической грамотности исследования PISA, поскольку статистическая грамотность, на наш взгляд, является частью математической. Теоретически в этой рамке выделяются такие группы действий (или субкомпетентности), как перевод проблемной ситуации на язык математики (формулирование), применение математических фактов и процедур (применение) и обратный перевод с языка математики на язык естественный (интерпретация/оценка) [Рослова и др., 2019]. Также в недавних обновлениях теоретической рамки появилась отдельная группа действий рассуждения – умение размышлять над аргументами, над различными способами представления ситуации на языке математики и пр. [OECD, 2023]. Как нам представляется, такая же структура характерна для статистической грамотности. Вот несколько аргументов. Во-первых, операционализация математической грамотности в исследовании PISA носит компетентностно-ориентированный характер, то есть основана на действиях, что важно с позиций образовательных стандартов высшего образования. Во-вторых, в структуре математической грамотности одной из содержательных составляющих является неопределенность и данные, что непосредственно соответствует таким разделам математики, как теория вероятностей и статистика.

С использованием дескрипторов, разработанных для оценки математической грамотности [Ibid., 2023], по аналогии можно выделить более конкретное содержание каждого компонента в структуре статистической грамотности (таблица 1). Так, группа действий «рассуждать» предполагает формирование стратегий, планирование, анализ и подбор решений поставленной задачи. Группа действий «формулировать» связана с переводом поставленной задачи на язык статистики. Группа действий «применять» описывает необходимость

Таблица 1

Содержание каждой из групп действий статистической грамотности

Группа действий	Содержание
Рассуждать	Оценивать ситуации, выбирать стратегии, формулировать логические выводы, разрабатывать и описывать решения, а также распознавать возможности применения этих решений.
Формулировать	Распознавать и определять возможности использования статистики, придавать статистическую структуру поставленной задаче, определять, какие ключевые элементы статистики можно выделить для анализа, постановки и решения задачи.
Применять	Выполнять необходимые статистические операции для получения результатов и нахождения решения (например, выполнение арифметических вычислений, логические выводы из статистических предположений, символические преобразования, извлечение статистических данных из таблиц и графиков для анализа), выявлять закономерности, устанавливать связи между статистическими понятиями и формулировать статистические аргументы.
Интерпретировать и оценивать	Анализировать и оценивать статистические решения, результаты или выводы, интерпретировать их в контексте поставленной проблемы, понимать ограничения полученных решений и результатов.

использования статистических фактов, процедур и моделей для решения задачи. «Интерпретировать и оценивать» предполагает «перевод» результатов применения статистических фактов, процедур и моделей на естественный язык через интерпретацию и оценку полученных результатов.

Подходы к анализу заданий и задач

Преимущественно в научной литературе представлены способы анализа текстов школьных учебников математики. К примеру, Л. Окиф и Дж. Одонохью провели анализ текстов учебников всех уровней школьного образования на основе рамки для оценки предметных математических компетентностей исследования TIMSS [O'Keeffe, O'Donoghue, 2011]. Они анализировали материалы по таким параметрам, как структура, содержание и ожидаемый результат. Параметр структуры касался тех частей текста, которые не включали упражнения и примеры или были посвящены дополнительной информации, такой как историческая справка или биографические сведения, а также определений, теорем, аксиом, диаграмм и отдельно заданий и упражнений. Содержательный анализ проходил по основным темам, которые фигурировали в исследовании TIMSS (например, неравенства, линейная функция, проценты и пр.). Анализ так называемого ожидаемого результата был связан с исследованием когнитивных процессов – знания, применения, решения проблем, рассуждения. По итогам проведенной работы авторы пришли к выводу, что ключевые различия между учебниками заключаются в том, как они подходят к формированию понимания (understanding) и решению проблем (problem solving).

В работе Д. Гласнович-Грацин [Glasnovic-Gracin, 2018] при анализе заданий и задач был сделан упор на выделении математических видов деятельности: представлять (represent), вычислять (compute), интерпретировать (interpret) и аргументировать (use argumentation). По результатам анализа автор пришла к выводу, что учебники не обеспечивают полный спектр видов деятельности – наблюдается явный акцент на вычислении, тогда как деятельность, связанная с аргументацией и интерпретацией, представлена недостаточно.

В.В. Сённерхед [Sönnerhed, 2021] при анализе шведских учебников по алгебре опирался на рамку гипотетической траектории обучения (hypothetical learning trajectory, HLT), сочетающую концептуальные и процедурные знания. По итогам анализа автор заключает, что основная учебная деятельность, которую активизируют задания и задачи учебников, заключается в работе с процедурным знанием. Это означает, что обучение алгебраическим процедурам является базовым педагогическим подходом.

В исследовании, посвященном сравнению содержания учебников математики США и Китая [Zhu, Fan, 2006], использовались следующие критерии для оценки заданий и задач: рутинные/нестандартные, традиционные/нетрадиционные, с един-

ственным решением / с множественным решением, прикладные/неприкладные. Рутинные задачи – это задачи, для решения которых учащиеся могут использовать знакомые алгоритмы, правила и стандартные методы. Они основаны на изученных процедурах и требуют воспроизведения ранее усвоенных способов действия. Нестандартные задачи требуют от учащихся размышления, поиска стратегий и гибкости в применении математических знаний. Нетрадиционные задачи в упомянутой работе подразделяются на четыре подтипа:

1. Задачи на формулирование (problem-posing problems) – задачи, в которых учащиеся должны самостоятельно составить вопросы, используя предоставленную информацию как основу для проблемной ситуации.

2. Головоломки (puzzle problems) – задачи, которые часто включают элементы занимательной математики и позволяют учащимся участвовать в игровой деятельности.

3. Проектные задачи (project problems) – задачи или серия задач, включающих один или несколько из следующих инструментальных действий: сбор и анализ данных, наблюдение, поиск источников, измерение, выявление закономерностей и/или связей, построение графиков.

4. Журнальные задачи (journal problems) – задачи, требующие от учащихся написания небольшого текста, в котором они выражают свои идеи, опыт, вопросы, размышления, личное понимание или новые знания.

Задачи с множественным решением предполагают несколько или даже много верных ответов. Прикладные задачи в противовес неприкладным связаны с реальными или практически значимыми ситуациями. Они требуют от учащихся использования математических знаний для решения проблем, имеющих отношение к повседневной жизни, науке, технике, экономике и другим областям. Также авторы оценивали способ представления задач – вербальный, математический, графический и смешанный. Авторы обнаружили, что учебники, используемые в США, не только содержали большее абсолютное количество и процентное соотношение нетрадиционных задач по сравнению с китайскими учебниками, но также предлагали большее разнообразие таких задач. В частности, американские учебники включали все четыре перечисленных типа нетрадиционных задач, тогда как китайские учебники ограничивались только задачами на формулирование и головоломками. При этом задачи с единственным решением доминировали в учебниках обеих стран. Кроме того, как в китайских, так и в американских учебниках большинство задач носило неприкладной характер.

На основе рассмотрения нескольких избранных работ можно заключить, что в научной литературе нет единого подхода к анализу заданий и задач учебных изданий. Если попытаться обобщать описанные подходы, то можно сделать вывод, что обычно при анализе заданий и задач в качестве критериев выделяют предметное содержание, мыслительный (когнитивный) процесс, необходимый для их выполнения или решения, а также инструменты для получения результата – вычисление, визуализация, сбор и анализ данных и др.

Факторы, влияющие на сложность заданий и задач

Поскольку целью нашего исследования является анализ заданий и задач, необходимо понять, какие факторы могут влиять на их сложность. Л.О. Рослова и коллеги [Рослова и др., 2020], опираясь на богатый опыт работы в рамках исследования PISA, выделяют семь факторов, влияющих на сложность заданий и задач:

1. Математизация.

2. Репрезентация.

3. Коммуникация.

4. Рассуждение и аргументация.

5. Формализация.

6. Разработка стратегии.

7. Инструментальность.

Под фактором математизации понимается степень, в которой задание или задача требуют от обучающегося перевода проблемной ситуации на язык математики. Под фактором репрезентации понимается вид, в котором представлены обучающемуся данные и информация, необходимые для выполнения задания или решения задачи. Фактор коммуникации связан с необходимостью перехода из одного вида представления информации или данных к другому, а также с особенностями объяснения и обоснования результатов. Фактор рассуждения и аргументации сопряжен с особенностями использования логических структур, формулированием выводов. Фактор формализации связан с необходимостью использовать или распознавать формальные математические структуры (символы, понятия, операции и пр.). Фактор разработки стратегии связан с необходимостью планирования

решения проблемы, поиска этого решения. Фактор инструментальности связан с необходимостью использования различных математических инструментов для решения проблемы – измерения, вычисления, обработка массивов данных, представленных в электронном виде, и т.д.

Методология анализа заданий и задач

Как нам представляется, все перечисленные факторы, кроме репрезентации и инструментальности, напрямую связаны с выделенными субкомпетентностями статистической грамотности и могут быть учтены при анализе заданий и задач по критерию направленности на ту или иную группу действий. При этом репрезентация и коммуникация тесно связаны между собой. Под репрезентацией понимаются способы подачи (представления) данных и информации (таблицы, диаграммы, словесные описания, формулы и т.д.). Коммуникация же связана с преобразованием одного вида представления в другой, с объяснением и обоснованием полученных результатов в тех или иных формах. Поскольку в реальных условиях обучение и решение задач требуют не только «считывания» информации, но и умения понятно донести результат или перейти к другому формату, объединение факторов репрезентации и коммуникации оправдано: оба процесса описывают работу с форматом и содержанием данных, в том числе их преобразование и интерпретацию. В свою очередь, способ представления материала и набор инструментов в задании и задаче может быть различным (независимо от требуемой группы действий).

Таким образом, мы остановились на трех характеристиках при анализе заданий и задач:

1. Группа действий.

2. Репрезентация.

3. Инструментальность.

Значения, которые принимает каждый из этих критериев, представлены в таблице 2. Так, в группу действий, необходимых для выполнения задания или решения задачи, попадают рассуждение, формулирование, применение и интерпретация. Информация и данные, необходимые для выполнения заданий или решения задачи, могут быть представлены исключительно в текстовом виде, либо исключительно в табличном виде, либо исключительно в виде диаграммы, либо в комбинированном виде (текст + таблица, текст + диаграмма, таблица + диаграмма, текст + таблица + диаграмма). Среди основных инструментов можно выделить измерение, вычисление, преобразование величин, обработку массивов данных, представленных в электронном виде. Предварительный просмотр заданий и задач в учебных изданиях позволил к указанному перечню инструментов добавить визуализацию и доказательство. Визуализация помогает «увидеть» абстрактные математические объекты или отношения между ними в более доступной форме [Tall, 2013]. Через графики, схемы, диаграммы и геометрические чертежи обучающиеся могут перейти от конкретных примеров к общим понятиям, что способствует более глубокому осмыслению материала. Хотя оно и не является основной составляющей прикладных дисциплин, но доказательство – это центральный элемент математической деятельности, который обеспечивает строгость и обоснованность получаемых результатов [Stylianides, 2009]. С точки зрения истории и философии науки математика выделяется среди других дисциплин именно своей опорой на доказательные процедуры.

Также к перечисленным критериям оценки заданий и задач была добавлена характеристика содержательной области, к которой относится то или иное задание или задача, – теория измерения, вероятность, описательная статистика (descriptive statistics) и статистика вывода (inferential statistics), с тем чтобы была возможность сравнить распределение других характеристик в разрезе основного статистического содержания.

Ожидаемое распределение значений выработанных критериев

Поскольку в нашей работе речь идет об анализе заданий и задач, предназначенных для обучения студентов, то при выдвижении предположений о распределении описанных выше критериев мы будем опираться на теоретическую рамку оценивания математической грамотности в исследовании PISA, а не на рамку PIAAC. Объясняется это тем, что рамка PIAAC предназначена для популяции взрослого населения, которая может не помнить предметного содержания. Обучение студентов, как и обучение школьников, связано с освоением предметного содержания, именно поэтому приоритет мы отдаем рамке PISA.

В теоретической рамке оценки математической грамотности в PISA указаны 4 содержательные области: количество, пространство и форма, изменение и зависимости, неопределенность и данные [OECD, 2023]. При этом распределение заданий по этим содержательным областям в тесте для оценки математической грамотности предполагается равномерное, то есть по 25% на каждую

Таблица 2

Значения выработанных критериев оценки заданий и задач

Содержательная область	Группа действий	Репрезентация	Инструментальность
Теория измерения Вероятность Описательная статистика Статистика вывода	Рассуждение Формулирование Применение Интерпретация	Текст Таблица Диаграмма Текст + таблица Текст + диаграмма Таблица + диаграмма Текст + таблица + диаграмма	Измерение Вычисление Преобразование величин Обработка массивов данных, представленных в электронном виде Визуализация Доказательство

содержательную область. Аналогичное равномерное распределение предполагается на группы умений – по 25%.

Сложнее обстоит дело с ожидаемым распределением особенностей репрезентации. В рамке PISA не указывается распределение заданий по этому критерию. Поэтому мы обратились к рамке PIAAC, для того чтобы иметь возможность выдвинуть примерное предположение о распределении значений этого критерия. В рамке оценки математической грамотности PIAAC указано, что на текстовое представление данных отводится 20% заданий, 40% приходится на структурированный формат представления (диаграммы, инфографика, таблицы), оставшиеся 40% приходятся на другие способы репрезентации, а именно: по 20% на динамические форматы (интерактивные веб-сайты и онлайн-приложения) и изображения физических объектов. Необходимо отметить, что прямой перенос этого распределения на стандартные учебные пособия невозможен, поскольку многие из них представлены в печатном виде, где интерактивный формат по определению нереализуем. Кроме того, в практике преподавания статистики не используются изображения физических объектов. Поэтому нам имеет смысл рассматривать только распределение текстовой информации и структурированной (диаграммы, инфографика, таблицы и их сочетания). Если текстовое представление занимает в рамке PIAAC 20%, а структурированное – 40%, то в пересчете только этих двух способов репрезентации на 100% мы получим 33% и 67% соответственно.

Ни в одной из используемых нами рамок оценивания нет указания на распределение заданий по типу инструментальности. Есть лишь упоминания, что в современном мире необходимы не только навыки вычисления. Но практической реализации в виде определенных требований к распределению заданий эта идея не нашла. Поэтому в этой части нашей работы при выдвижении гипотез мы будем опираться на здравый смысл и собственный опыт. Они нам подсказывают, что в учебных изданиях по прикладной статистике превалируют такие инструменты, как вычисление и обработка массивов данных, представленных в электронном виде.

Таким образом, на основании вышеизложенного мы выдвигаем следующие **предположения**:

1. Распределение заданий и задач по содержательным областям равномерно.

2. Распределение заданий и задач по группам умений равномерно.

3. Распределение заданий и задач по способам репрезентации таково: на текст приходится 33% материала, на диаграммы, таблицы и их сочетания – 67%.

4. В заданиях и задачах вычисление и обработка массивов данных, представленных в электронном виде, существенно превалируют над другими математико-статистическими инструментами.

Процедура и методика исследования

Принципы отбора учебных изданий

Отбор учебных изданий проводился по следующим принципам:

1. Издание должно быть предназначено именно для укрупненной группы специальностей «Психологические науки», где статистика преподается как прикладная дисциплина.

2. В издании должны быть представлены задания и задачи, а не только вопросы для самопроверки.

3. Издание не должны быть устаревшим (т.е. издания, выпущенные за последние 5–10 лет).

4. У авторов этой статьи должен быть электронный доступ к полному тексту учебного пособия.

Поиск материалов осуществлялся по базам данных двух крупных издательств, разрабатывающих учебные материалы для высшего образования, – ЭБС «Лань» и «Юрайт».

Выборка

При поиске материалов в библиотеке ЭБС «Лань» для удовлетворения принципа 1 использовался фильтр «Укрупненная группа специальностей», значение фильтра – «37.00.00 Психологические науки». Для удовлетворения принципа 3 использовался фильтр по году издания – «2014–2024». Удовлетворение принципов 2 и 4 происходило путем экспертного анализа содержания учебного издания и баз данных издательств авторами статьи. При поиске в библиотеке ЭБС «Лань» было обнаружено 18 учебных изданий, среди которых 8 учебных пособий, 6 учебно-методических пособий, 2 учебника, 1 методические указания и 1 научно-популярное издание. Методические указания и научно-популярное издание были сразу исключены из дальнейшей работы по причине несоответствия понятию «учебное издание». Дальнейший анализ показал, что по 6 изданиям нет доступа к полному тексту, а среди оставшихся 10 изданий в 5 отсутствуют задания или задачи. Таким образом, в итоговый анализ попали 5 изданий. Перечень этих изданий представлен в Приложении 1. Всего из этих изданий в анализ включено n = 391 задание или задача.

При работе в электронной библиотеке «Юрайт» сначала был проведен поиск изданий по ключевому слову «статистика». Далее использованы следующие фильтры: адресация – «для ВО», тип пособия – «учебники» или «практикумы». Таким образом, было сформировано 433 учебных издания. Затем был скачан список изданий в виде Excel-файла. Внутри Excel-файла была проведена фильтрация по столбцу «Тематика». Выбрано значение «Педагогика, психология, социальная работа». После этих действий осталось 16 учебных изданий. На последнем шаге был проведено экспертное изучение названий и аннотаций этих изданий, по итогам которого осталось только 4 учебных издания, подходящих под цель исследования. Остальные издания были исключены, так как они были посвящены методике преподавания математики. Однако в двух из четырех оставшихся учебников не оказалось заданий или задач, поэтому в итоговый анализ попали только два учебных издания (см. Приложение 2). Итого в отобранных изданиях было проанализировано n = 262 задания или задачи.

В составленный перечень произвольно были включены два учебных пособия – «Основы статистики для психологов» [Кричевец и др., 2019] и «Теория вероятностей и математическая статистика для социологов и менеджеров» [Пашкевич, 2014], так как эти издания используются в ведущих учебных заведениях нашей страны при обучении статистике психологов. В итоге анализу подлежали n = 790 заданий или задач. Примеры проанализированных материалов представлены в Приложении 3.

Процедура кодировки заданий и задач

Процедура кодирования заданий и задач осуществлялась в три последовательных этапа, каждый из которых был направлен на обеспечение надежности и воспроизводимости кодирования. На первом этапе проводилось тренировочное кодирование с целью отработки системы категорий и выявления потенциальных расхождений в интерпретации кодировщиками критериев классификации. Для этого было случайным образом выбрано одно учебное издание, включавшее n = 38 заданий или задач. В ходе данного этапа кодировщики независимо применяли разработанные критерии, затем проводился сравнительный анализ их кодировок. Обнаруженные расхождения обсуждались и корректировались путем уточнения операциональных определений категорий, что способствовало формированию единообразного подхода к последующей классификации.

На втором этапе осуществлялось контрольное кодирование с целью оценки степени согласованности кодировщиков. Для этого также случайным образом было выбрано другое учебное издание, содержащее n = 99 заданий или задач. Кодирование проводилось независимо двумя экспертами, после чего рассчитывались метрики согласованности экспертных суждений, позволяющие количественно оценить степень сходства присвоенных значений переменных. Тестовая и контрольная кодировка проведена авторами этой статьи независимо друг от друга.

На третьем этапе осуществлялось полномасштабное кодирование всех оставшихся заданий и задач. Данный этап выполнялся первым автором исследования, который, опираясь на выработанные и проверенные на предыдущих этапах критерии, систематизировал весь оставшийся массив данных. Для обеспечения стабильности кодирования

в процессе анализа периодически проводился самоконтроль в виде повторного кодирования подвыборки заданий с последующей сверкой.

Таким образом, трехэтапная процедура кодирования обеспечивала как концептуальную согласованность категорий, так и большую достоверность полученных данных и воспроизводимость результатов исследования.

Статистический анализ

Для оценки согласованности экспертной кодировки использовался ряд метрик. В первую очередь был использован показатель процента совпадений (a_0), поскольку, как было показано в работе С. Чжао и коллег [Zhao et al., 2022], именно этот показатель является наиболее точным предиктором надёжности оценок кодировщиков; $a_0 \in [0;1]$. Также использована классическая метрика для данных, выраженных в номинальной шкале, – каппа (k) Флейсса [Fleiss, 1971]; $k \in [-1;1]$. Чтобы избежать так называемого «парадокса каппы», когда высокая согласованность экспертов сопровождается низким значением каппы, использована метрика AC_1 [Gwet, 2008], которая является более стабильной в ситуации высокой степени согласия между экспертами; $AC_1 \in [-1;1]$.

Для интерпретации значений метрик согласованности, как правило, опираются на работу Ландиса и Коха [Landis, Koch, 1977], в которой указаны следующие интервалы: 0,00–0,20 означает незначительную согласованность, 0,21–0,40 означает приемлемую согласованность, 0,41–0,60 указывает на умеренную согласованность, 0,61–0,80 указывает на существенную согласованность и 0,81–1,00 указывает на почти идеальную согласованность.

Основной анализ в части проверки предположений выполнен с помощью построения частотных распределений и сравнения этих частот с ожидаемыми с помощью статистики хи-квадрат (χ^2), которая показывает соответствие наблюдаемого распределения ожидаемому. Также строились таблицы сопряженности и изучалась связь между критериями оценки заданий и задач с применением той же статистики хи-квадрат (χ^2), которая позволяет изучить взаимосвязь между признаками, выраженными в шкале наименований. Для того чтобы охарактеризовать силу связи, использовался коэффициент сопряженности Пирсона:

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}},$$

где χ^2 – рассчитанное на основе таблицы сопряженности значение хи-квадрата, n – объем выборки; $C \in [0;1]$. При $C \geq 0{,}30$ связь между признаками считается достаточно тесной [Schubert, Leimstoll, 2007]. Весь анализ выполнен в программе jamovi версии 2.5 (The jamovi project, jamovi (Version 2.5), 2024; https://www.jamovi.org).

Результаты исследования

Согласованность экспертных суждений

В таблице 3 представлены метрики согласованности экспертной кодировки заданий и задач на тренировочном этапе. Как и ожидалось, согласованность невысока, хотя по критериям «содержательная область» и «группа действий» процент совпадений не так мал – 61%. При этом другие метрики – k и AC_1 – указывают на недостаточную согласованность для дальнейшей работы одного эксперта. По итогам тестовой кодировки были обсуждены основные разночтения. Так, выяснилось, что в части использования критерия содержательной области один из экспертов использовал значение «описательная статистика» для заданий и задач на теорию измерений, то есть не использовал весь диапазон значений. По итогам обсуждения было принято решение внимательнее относиться ко всем значениям этого критерия, используя по возможности все категории. В части кодировки по критерию «группа действий» эксперты в основном разошлись по пониманию составных заданий или задач, то есть тех, которые предполагают несколько вопросов: один эксперт оценивал группу действий по последнему заданному вопросу, в то время как другой – в совокупности. По итогам обсуждения было принято решение оценивать группу действий по последнему, завершающему вопросу, так как обычно все предыдущие вопросы являются служебными по отношению к заключительному. В части использования критерия «репрезентация» выяснилось, что один из экспертов оценивает всю информацию задания или задачи, а не только способ репрезентации необходимых для решения задачи или выполнения задания данных. В связи с этим при дальнейшей кодировке было оговорено, что оценивать репрезентацию необходимо только по отношению к данным, помогающим выполнить задание или решить задачу. При анализе результатов кодировки по критерию «инструментальность» выяснилось, что один из экспертов нередко использовал значение «доказа-

Таблица 3

Метрики согласованности тестовой кодировки (этап 1)

Критерий	a_0 [95% ДИ]	k [95% ДИ]	AC_1 [95% ДИ]
Содержательная область	0,61 [0,45; 0,77]	0,37 [0,13; 0,60]	0,50 [0,29; 0,72]
Группа действий	0,61 [0,45; 0,77]	0,40 [0,13; 0,61]	0,43 [0,20; 0,67]
Репрезентация	0,10 [0,00; 0,20]	-0,41 [-0,65; -0,17]	-0,02 [-0,15; 0,10]
Инструментальность	0,00 [0,00; 0,00]	-0,12 [-0,21; -0,02]	-0,23 [-0,24; -0,22]

тельство», в то время как другой эксперт не использовал эту категория вовсе. При обсуждении этой ситуации было принято решение использовать значение «доказательство» в строго математическом смысле (допустим, приведение примеров не считается доказательством).

В таблице 4 представлены результаты контрольной кодировки по итогам обсуждения основных расхождений на этапе тестового кодирования. Можно заметить, что по всем метрикам наблюдается достаточно высокая согласованность экспертных суждений. При этом наибольшие совпадения обнаружены по критериям «репрезентация» и «инструментальность»: $a_0 = 0{,}99, k = 0{,}98, AC_1 = 0{,}98$ и $a_0 = 0{,}99, k = 0{,}93, AC_1 = 0{,}99$ соответственно. Наибольшие расхождения заметны по критерию «группа действий», что объяснимо, поскольку это наименее конкретный и очевидный критерий из всех. Несмотря на это, процент совпадений ($a_0 = 0{,}76$) на уровне доверия 0,95 выше случайного совпадения (0,50), а метрика $AC_1 = 0{,}68$ указывает на существенную согласованность. На основе полученных результатов были устранены все расхождения по заданиям и задачам тестовой и контрольной кодировки, оставшийся пул заданий и задач был закодирован первым автором этой работы, поскольку контрольная кодировка показала существенную согласованность в понимании двух независимо работавших экспертов.

Распределение заданий и задач по категориям анализа

На рисунке 1 представлено распределение заданий или задач по содержательным линиям. Можно заметить, что модальной, то есть наиболее часто встречающейся, содержательной областью является статистика вывода – это 47,34% заданий или задач. В эту область попадали все задания, связанные с проверкой статистических гипотез (например, о наличии связи, о равенстве средних и пр.). Следующей по количеству заданий или задач идет линия вероятности (31,39%). В эту область попадали задания или задачи как непосредственно касающиеся вычисления, определения вероятности некоторого события, так и почти все задания/задачи в теме «нормальное распределение». Содержательная линия описательной статистики занимает

Таблица 4

Метрики согласованности контрольной кодировки (этап 2)

Критерий	a_0 [95% ДИ]	k [95% ДИ]	AC_1 [95% ДИ]
Содержательная область	0,87 [0,80; 0,94]	0,76 [0,64; 0,88]	0,84 [0,76; 0,92]
Группа действий	0,76 [0,67; 0,84]	0,51 [0,34; 0,68]	0,68 [0,56; 0,79]
Репрезентация	0,99 [0,97; 1,00]	0,98 [0,94; 1,00]	0,98 [0,94; 1,00]
Инструментальность	0,99 [0,97; 1,00]	0,93 [0,79;1,00]	0,99 [0,97;1,00]

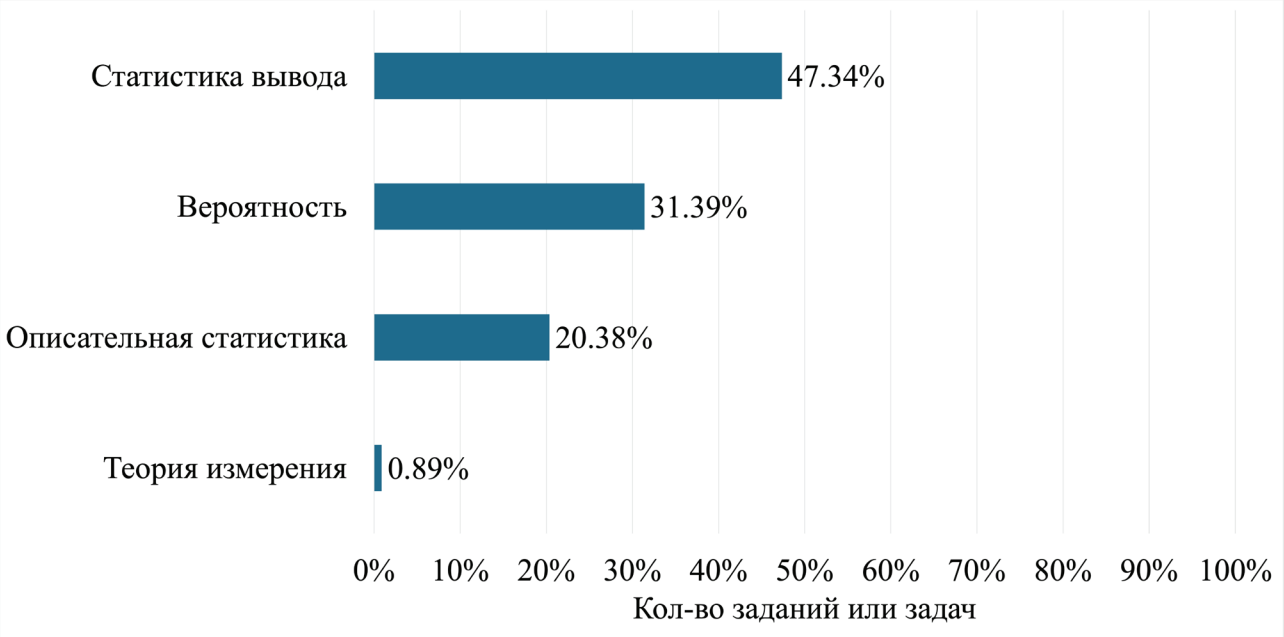

Рис. 1. *Распределение заданий или задач по содержательным областям.*

третье место по количеству заданий или задач. В нее входят те задания/задачи, которые связаны с расчетом мер центральной тенденции и разброса, построением диаграмм. Реже всего (0,89%) встречались задания или задачи, посвященные вопросу теории измерений. Те задания/задачи этой содержательной линии, что встречались в учебных пособиях, касались определения шкал измерения. Критерий хи-квадрат показал, что распределение значимо отличается от равномерного (ожидаемого): $\chi^2(9) = 361{,}14, p < 0{,}001.$

На рисунке 2 представлено распределение заданий или задач по группам действий. Абсолютное большинство заданий/задач (69,24%) касалось применения статистики: определенных алгоритмов, статистик, построения диаграмм. В каждом пятом случае (23,29%) задание или задача касаются интерпретации результатов применения статистических методов. В три раза реже, чем интерпретация, встречается группа действий «рассуждение» (7,22%). В основном те задания на рассуждение, что нам встретились, касались распознавания возможности применения параметрических методов[1] в той или иной ситуации, определения отличий двух методов. Практически невозможным является событие «обнаружить задание или задачу на формулирование» (0,25%). Критерий хи-квадрат показал, что распределение значимо отличается от равномерного (ожидаемого): $\chi^2(9) = 912{,}88, p < 0{,}001.$

На рисунке 3 представлено распределение заданий или задач по способу репрезентации. Видно, что в большинстве случаев (66,45%) задания или задачи представляются в виде текста. В каждом третьем случае (33,29%) данные задания/задачи будут представлены в табличном виде. В качестве основного источника данных практически не встречаются диаграммы (0,13%) или таблица + диаграмма (0,13%). Другие комбинированные форматы представления не использовались авторами учебных изданий. Критерий хи-квадрат показал, что распределение значимо отличается от ожидаемого: $\chi^2(2) = 401{,}93, p < 0{,}001.$

На рисунке 4 представлено распределение заданий или задач по типу инструментальности. Необходимо отметить, что значение «N/A», встречающееся в 17,47% случаев, означает, что задания или задачи не подразумевали использование специальных математико-статистических инструментов, а основывались на обыденных рассуждениях или аргументации. Наиболее частым инструментом является вычисление (69,87%): расчет описательных статистик, значений статистических тестов, *p-значения* и пр. В каждом десятом случае задание будет требовать визуализации или обработки данных, представленных в электронном виде (в сумме 11,65%). Остальные инструменты, такие как измерение, доказательство и преобразование величин встречаются крайне редко (0,38%, 0,38%

[1] В прикладной статистике под параметрическими методами подразумеваются те методы анализа, которые в своих допущениях содержат требование нормальности распределения данных.

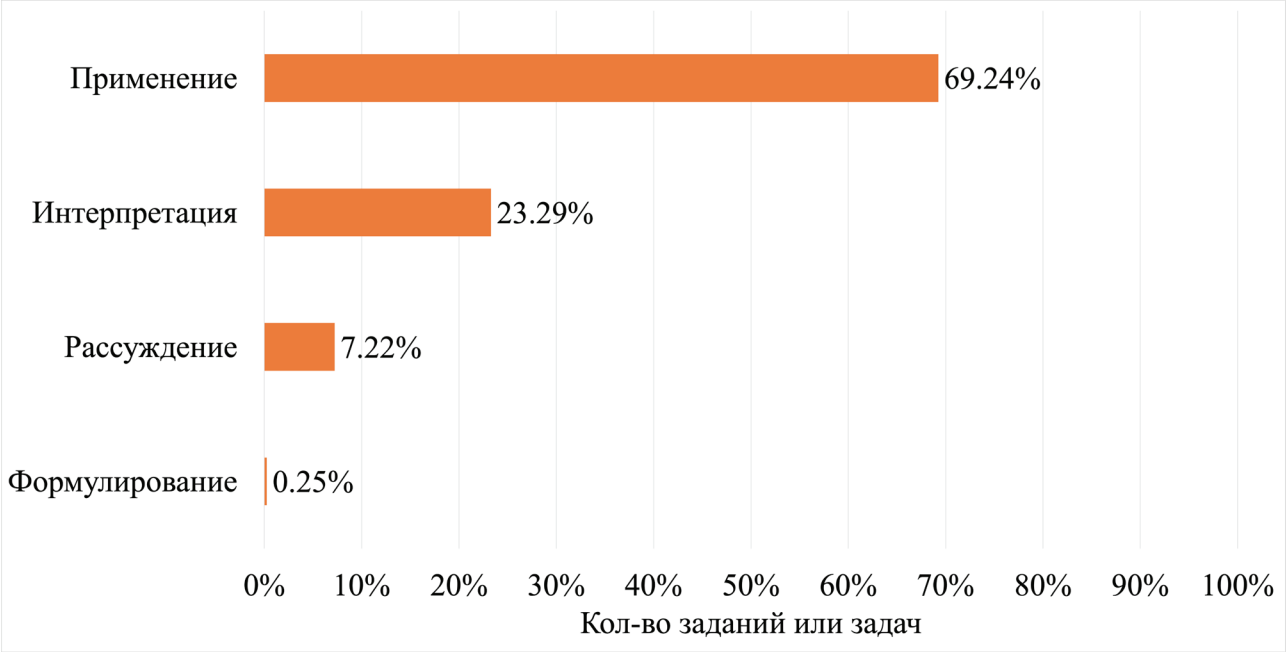

Рис. 2. *Распределение заданий или задач по группам действий.*

и 0,25% соответственно).

Для дальнейшего анализа значения переменных, набравшие менее 1%, были исключены, так как не являются существенными и не влияют на результаты. В связи с этим в некоторых сочетаниях могло остаться 781 задание/задача, в других – 780 или 786.

Взаимосвязь между категориями анализа

Таблица 5 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Содержательная область» и «Группа действий»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 781). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии статистически значимой связи между признаками: $\chi^2(4) = 163{,}15, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,42. Анализируя таблицу, мы можем заключить, что группа действий «интерпретация» в 6 раз чаще встречается в области статистики вывода (20,23%), чем в области описательной статистики или вероятности (в совокупности 3,33%). Группа «применение» чаще встречается в заданиях/задачах, относя-

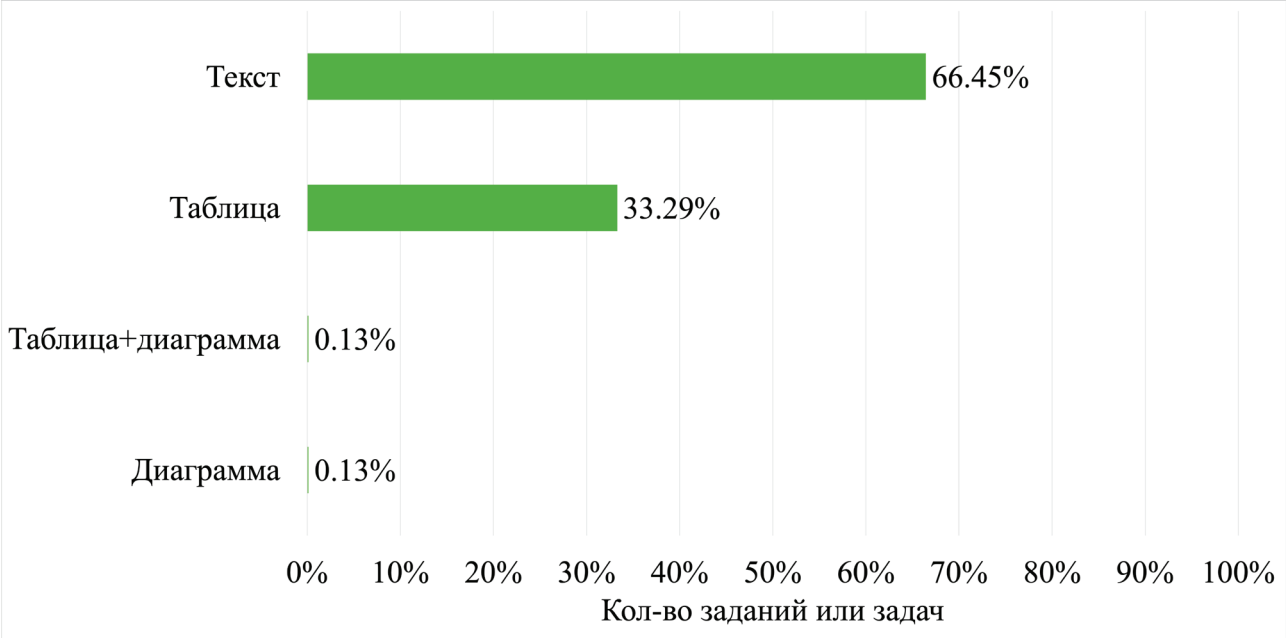

Рис. 3. *Распределение заданий или задач по способу репрезентации.*

Рис. 4. Распределение заданий или задач по типу инструментальности.

щихся к содержательной области «вероятность» (29,96%) или «статистика вывода» (23,56%), нежели в области описательной статистики (16,13%). Рассуждение почти в 3 раза чаще встречается в области статистики вывода (3,84%), нежели в вероятности или описательной статистике отдельно взятых (1,28% и 1,66% соответственно). Во всех содержательных областях доминирует группа действий «применение», хотя в статистике вывода у нее не такой большой разрыв с группой «интерпретация», как в других случаях. Так, вероятность встретить задание или задачу на применение из содержательной области «вероятность» достаточно велика: $P(\text{применение}|\text{вероятность}) = \frac{29{,}96\%}{31{,}75\%} \approx 0{,}94$ В свою очередь $P(\text{применение}|\text{описательная статистика}) = \frac{16{,}13\%}{20{,}61\%} \approx 0{,}78$, а $P(\text{применение}|\text{статистика вывода}) = \frac{23{,}56\%}{47{,}63\%} \approx 0{,}49$.

Таблица 6 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Содержательная область» и «Репрезентация»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 781). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии статистически значимой связи между признаками: $\chi^2(2) = 96{,}97, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,33. Внимательное рассмотрение результатов позволяет утверждать, что таблица почти в 2 раза чаще используется в содержательной области «статистика вывода» (22,15%), чем в «вероятности» (2,94%) или «описательной статистике» (8,58%) вместе взятых (11,52%). Текст равно часто присутствует в содержательной линии «вероятность» и «статистика вывода» (28,68% и 25,74% соответственно), и это в 2 раза чаще, чем в содержательной области «описательная статистика» (11,91%). В разрезе содержательных областей заметно, что в области вероятности существенно преобладает текстовый формат над табличным (28,68% vs 2,94%); в области описательной статистики наблюдается небольшой перевес в сторону текстового представления (11,91% vs 8,58%); в области статистики вывода так же видно небольшое смещение в сторону текстового представления данных (25,74% vs 22,15%).

Таблица 5

Сопряженность признаков «Содержательная область» и «Группа действий»

Содержательная область	Группа действий			Всего
	Интерпретация	Применение	Рассуждение	
Вероятность	0,51%	29,96%	1,28%	31,75%
Описательная статистика	2,82%	16,13%	1,66%	20,61%
Статистика вывода	20,23%	23,56%	3,84%	47,63%

Таблица 6

Сопряженность признаков «Содержательная область» и «Репрезентация»

Содержательная область	Репрезентация		Всего
	Таблица	Текст	
Вероятность	2,94%	28,68%	31,63%
Описательная статистика	8,58%	11,91%	20,49%
Статистика вывода	22,15%	25,74%	47,89%
Всего	33,67%	66,33%	100,00%

Таблица 7 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Содержательная область» и «Инструментальность»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 780). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии значимой связи между признаками: $\chi^2(6) = 205{,}08, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,46, что говорит о тесной связи двух признаков. Можно заметить, что нематематические инструменты используются в основном в области статистики вывода (14,62%), и это почти в 4 раза чаще, чем в области вероятности (0,38%) и описательной статистики (2,69%) вместе взятых. Визуализация используется только в области описательной статистики (4,10%). Вычисление равно часто встречается в области вероятности (29,62%) и статистики вывода (28,33%). Обработка массивов данных, представленных в электронном виде, преимущественно представлена в области статистики вывода (4,87%) и реже – в области вероятности (0,51%) и описательной статистики (1,03%). Во всех содержательных областях вычисление является основным инструментом. Так, вероятность встретить задание или задачу на вычисление по содержательной линии «вероятность» высока: $P(\text{вычисление}|\text{вероятность}) = \frac{29{,}62\%}{31{,}54\%} \approx 0{,}94$. Реже встречается вычисление среди содержательных областей «описательная статистика» и «статистка вывода»: $P(\text{вычисление}|\text{описательная статистика}) = \frac{12{,}69\%}{20{,}51\%} \approx 0{,}62$ и $P(\text{вычисление}|\text{статистика вывода}) = \frac{28{,}33\%}{47{,}95\%} \approx 0{,}59$ соответственно.

Таблица 8 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Группа действий» и «Репрезентация»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 786). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии значимой связи между признаками: $\chi^2(2) = 174{,}97, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,43, что говорит о тесной связи двух признаков. Необходимо отметить, что табличное представление используется в равной степени в заданиях/задачах на интерпретацию и применение (16,92% и 16,28% соответственно), при этом в заданиях/задачах на рассуждение практически не используется (0,13%). Текст преимущественно представлен в заданиях на применение (53,05%), что минимум в 7 раз чаще, чем в заданиях/задачах на интерпретацию (6,49%) или рассуждение (7,12%) отдельно взятых. В заданиях/задачах на интерпретацию чаще фигурирует табличное представление данных, а в заданиях/задачах на применение или рассуждение – текст, при этом соответствующие условные вероятности таковы: $P(\text{таблица}|\text{интерпретация}) = \frac{16{,}92\%}{23{,}41\%} \approx 0{,}72$ и $P(\text{текст}|\text{интерпретация}) = \frac{6{,}49\%}{23{,}41\%} \approx 0{,}28$.

Таблица 7

Сопряженность признаков «Содержательная область» и «Инструментальность»

Содержательная область	Инструментальность				Всего
	N/A	Визуализация	Вычисление	Обработка массивов данных, представленных в электронном виде	
Вероятность	0,38%	1,03%	29,62%	0,51%	31,54%
Описательная статистика	2,69%	4,10%	12,69%	1,03%	20,51%
Статистика вывода	14,62%	0,13%	28,33%	4,87%	47,95%
Всего	17,69%	5,26%	70,64%	6,41%	100,00%

Таблица 8

Сопряженность признаков «Группа действий» и «Репрезентация»

Группа действий	Репрезентация		Всего
	Таблица	Текст	
Интерпретация	16,92%	6,49%	23,41%
Применение	16,28%	53,05%	69,34%
Рассуждение	0,13%	7,12%	7,25%
Всего	33,33%	66,67%	100,00%

Таблица 9 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Группа действий» и «Инструментальность»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 780). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии значимой связи между признаками: $\chi^2(6) = 172{,}29, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,43, что говорит о тесной связи двух признаков. Анализ содержания таблицы позволяет сделать следующие выводы: нематематические инструменты работы чаще используются в заданиях/задачах на применение (12,18%), чем на интерпретацию (0,26%) или рассуждение (5,13%); визуализация также чаще используется в заданиях/задачах на применение (4,23%); вычисление аналогично является основным инструментом применения (48,72%), хотя немалую долю оно занимает и в заданиях/задачах на интерпретац`ию (20,77%); обработка массивов данных чаще встречается в заданиях/задачах на применение (4,87%), чем на интерпретацию (1,54%) или рассуждение (0,13%). При этом в заданиях/задачах на интерпретацию и применение среди всех инструментов превалирует вычисление: $P(\text{вычисление}|\text{интерпретация}) = \frac{20{,}77\%}{23{,}59\%} \approx 0{,}88$ и $P(\text{вычисление}|\text{применение}) = \frac{48{,}72\%}{70{,}00\%} \approx 0{,}70$ соответственно. В то же время в заданиях/задачах на рассуждение превалируют нематематические способы действия: $P(N/A|\text{рассуждение}) = \frac{5{,}13\%}{6{,}41\%} \approx 0{,}80$.

Таблица 9

Сопряженность признаков «Группа действий» и «Инструментальность»

Группа действий	Инструментальность				Всего
	N/A	Визуализация	Вычисление	Обработка массивов данных, представленных в электронном виде	
Интерпретация	0,26%	1,03%	20,77%	1,54%	23,59%
Применение	12,18%	4,23%	48,72%	4,87%	70,00%
Рассуждение	5,13%	0,00%	1,15%	0,13%	6,41%
Всего	17,56%	5,26%	70,64%	6,54%	100,00%

Таблица 10 представляет собой таблицу сопряженности между признаками «Репрезентация» и «Инструментальность»; на пересечении строки и столбца представлен процент от общего количества заданий/задач (n = 780). Статистика хи-квадрат свидетельствует о наличии значимой связи между признаками: $\chi^2(3) = 82{,}10, p < 0{,}001$. Коэффициент сопряженности равен 0,31, что говорит о тесной связи двух признаков. Можно заметить, что в заданиях/задачах, основанных на использовании нематематических инструментов, данные представлены преимущественно в текстовой форме, а не в табличной (17,56% vs 0,13%). В заданиях/задачах, связанных с визуализацией данных, последние в равной степени представлены в виде таблицы или текста (1,92% и 3,33% соответственно). В заданиях/задачах на вычисление данные чаще представлены в текстовом формате (41,41%), нежели в табличном (29,10%). Как ни парадоксально, при обработке массивов данных, представленных в электронной форме, данные чаще задаются в текстовом виде, а не табличном (3,97% vs 2,56%), хотя разница невелика.

Таблица 10

Сопряженность признаков «Репрезентация» и «Инструментальность»

Репрезентация	Инструментальность				Всего
	N/A	Визуализация	Вычисление	Обработка массивов данных, представленных в электронном виде	
Таблица	0,13%	1,92%	29,10%	2,56%	33,72%
Текст	17,56%	3,33%	41,41%	3,97%	66,28%
Всего	17,69%	5,26%	70,51%	6,54%	100,00%

Обсуждение результатов

Предлагаемое исследование посвящено анализу заданий и задач учебных изданий по прикладной статистике для психологических направлений обучения. Для этого на основе существующей литературы была обоснована методология анализа, включающая такие компоненты, как содержательная область задания/задачи, группа действий, необходимых для выполнения задания или решения задачи, способ репрезентации данных, необходимых для выполнения задания или решения задачи, а также инструменты, используемые для выполнения задания или решения задачи.

Содержательная область

Предположение 1 относительно равномерного распределения заданий и задач по содержательным областям не подтвердилось. Было обнаружено, что почти половину анализируемого материала составляют задания или задачи, относящиеся к области статистики вывода (47,34%), на втором по частоте месте идут задания или задачи из содержательной области «вероятность» (31,39%) и только пятую часть изученного материала занимают задания или задачи из области описательной статистики (20,38%). В англоязычной литературе чаще пишут об описательной статистике: об основных трудностях в понимании мер центральной тенденции и разброса [del Pino, Estepa, 2019; Ng, Chew, 2023], о том, какие основные понятия описательной статистики и в каком виде остаются в представлении студентов после завершения курса статистики [Clark et al., 2007] и др. Отчасти это объясняется тем, что такие исследования выполнены на материале старшей школы, где в основном делается упор именно на описательную статистику. Поэтому полученный нами результат представляется затруднительным соотнести с имеющимися данными исследований. Однако если сравнить полученные результаты с ситуацией в онлайн-курсах, у которых доступны программы для анализа, то можно увидеть схожую картину. К примеру, в курсе по статистике в психологических исследованиях (Statistics in Psychological Research. https://www.coursera.org/learn/statistics-in-psychological-research#modules), одобренном Американской психологической ассоциацией (American Psychological Association, APA), раздел с описательной статистикой занимает 2 часа, а со статистикой вывода – 5 часов. Или, например, в курсе по статистике от издательства «Cambridge University Press» (Statistics for the Behavioral Sciences. https://www.cambridge.org/highereducation/courseware/statistics-for-the-behavioral-sciences/8127A088287FC63201B7C4EB7F61FD8C#modules) пятую часть программы (21%) занимают темы по описательной статистике, почти две трети тем (64%) приходится на статистику вывода, остальное – на вводную информацию и вероятность. Таким образом, полученное в нашем исследовании распределение заданий или задач по содержательным линиям соответствует международным нормам в части обучения статистике психологов.

При этом надо сказать, что распространенность в изученных нами учебных изданиях заданий или задач на вероятность неудивительна, поскольку статистика вывода основана на вероятностных распределениях (например, нормальном или Стьюдента). Для того чтобы понимать принципы статистики вывода, необходимо научиться работать с вероятностными распределениями.

Неадекватной нам кажется ситуация с недопредставленностью заданий или задач по теории измерений. По нашему опыту, определение шкалы измерения некоторой переменной и подбор обоснованного метода статистики, соответствующего типу анализируемых данных, являются нетривиальными задачами. Более того, вопросы теории измерения являются одними из наиболее сложных в анализе данных, что выражается в постоянных дискуссиях между учеными [Орлов, 2012]. Также именно в рамках теории измерений обсуждается фундаментальное понятие – погрешность измерения. На идее погрешности измерения основано

тестирование статистических гипотез, построение доверительных интервалов. На наш взгляд, содержание и объем понятий из области теории измерений требуют более детального, подробного ознакомления, чем это могут предложить проанализированные учебные издания.

Группа действий

Предположение 2 относительно равномерного распределения заданий и задач по группам действий не подтвердилось. Мы увидели, что среди основных групп действий преобладает применение (69,24% от общего числа заданий или задач). С одной стороны, это логично и оправдано, поскольку мы анализировали учебные издания по прикладной статистике, основной целью которых является развитие способности применять статистику. С другой стороны, опытные преподаватели математики отмечают, что вряд ли возможно полноценно заинтересовать гуманитариев – к коим нередко относят себя сами студенты-психологи – только лишь практичностью математики или статистики. К примеру, Джерри Кинг (Jerry K.) пишет: «…вы не можете мотивировать гуманитариев изучать математику на основании ее практичности, полезности или применимости. Но их можно вовлечь в математику. Для этого нужно обратить их внимание на красоту математики» [Стин, 2025, с. 56]. При этом в теоретической рамке оценивания математической грамотности указано равномерное распределение заданий – по 25% на каждую группу умений [OECD, 2023]. Таким образом, можно констатировать, что реальное распределение заданий или задач в проанализированных учебных изданиях по статистике не соответствует экспертному консенсусу относительно компетентности «применять математику».

Надо сказать, что применять нашим обучающимся удается лучше, чем формулировать или интерпретировать. Так, по данным исследования PISA-2012 [OECD, 2014], в котором математическая грамотность была ключевым направлением оценки, российские 15-летние учащиеся имели результат по субшкале «применять» на 5 баллов выше, чем в целом по шкале «математическая грамотность» (487 баллов и 482 балла соответственно). В свою очередь, по субшкале «формулировать» результат в сравнении с общей шкалой был ниже всего на 1 балл, а по субшкале «интерпретировать» – на 11 баллов ниже. Возможно, в немалой степени это связано с превалированием заданий и задач на применение даже в школьных учебниках математики.

Было обнаружено, что в учебных изданиях такая группа действий, как «формулирование», практически не встречается в задачах или заданиях. Это может свидетельствовать о том, что вышеуказанной группе действий уделяется мало внимания при обучении психологов статистике. Подобное обстоятельство резонирует с ситуацией, описанной ещё в 1980-е гг. относительно обычных математических курсов. К примеру, в книге «Математика будущего» Джером Спаниер (Jerom S.) пишет: «Традиционные курсы по математике ориентированы на выработку метода; студентов учат иметь дело с проблемой, уже сформулированной математически. Таким образом, им говорят, как решать системы алгебраических, дифференциальных, интегральных и прочих уравнений, как сформулировать и доказать теоремы о системах уравнений; но им не сообщают, где и как возникают эти уравнения» [Стин, 2025, с. 40]. Таким образом, заметна проблемная ситуация с необходимостью самостоятельного формулирования проблемы или задачи на математико-статистическом языке. Хотя можно возразить, сказав, что в заданиях или задачах на интерпретацию результатов может содержаться элемент формулирования. Например, для изучения взаимосвязи между признаками важно сформулировать статистическую гипотезу (H_0 и H_1). Однако, как правило, это делается имплицитно, как будто подразумевается, что это действие уже сформировано. При этом наш анализ показывает, что ему не на чем формироваться, для этого нет достаточного учебного материала.

Репрезентация

Предположение 3 относительно распределения заданий и задач по способам репрезентации не подтвердилось: оказалось, что данные чаще представлены в текстовом формате (66,45% материала), что противоречит ожиданиям; мы предполагали, что структурированный формат (таблицы, графики, диаграммы) будет превалировать. Проведенный анализ показал, что в основном данные, необходимые для решения задачи или выполнения задания, представляются в исключительно текстовом или исключительно табличном виде. В мире гипертекстов кажется непрофессиональным использовать моно-форматы (только текст или только таблицу) для предъявления данных. Так, международные эксперты исследования PISA уже давно включили в концепцию оценки читательской грамотности множественные нелинейные тексты [OECD, 2019]. Причем в таких текстах необходимая для выполнения задания информация может быть представлена в различных форматах.

Более того, в описании высоких уровней математической грамотности указывается, что те, кто демонстрирует подобный уровень, «…свободно связывают информацию из нескольких источников, представленную в различной форме: вербальный текст, структурированные данные в виде таблицы, формула, график, схема, рисунок, геометрический чертеж, они преобразовывают ее, переходят от одной формы к другой…» [Рослова и др., 2020, с. 83]. Наконец, наш многолетний опыт анализа данных позволяет утверждать, что нередко необходимые для исследования данные находятся в различных источниках и могут быть представлены не только в табличном формате, но и в текстовом или даже графическом. Следовательно, если учебные задания и задачи не учитывают информационную насыщенность и разнообразие современности, то может получиться так, что выпускник вуза будет неконкурентоспособен, так как его статистическая грамотность не отвечает требованиям времени. Иными словами, с методической точки зрения представляется важным расширять форматы представления данных в учебном процессе, включая в задания элементы смешанного представления (текст + диаграмма, таблица + диаграмма, текст + диаграмма + таблица), чтобы в полной мере моделировать многомерную информационную среду, в которой современному специалисту приходится действовать.

Инструментальность

Предположение 4 относительно преобладания таких инструментов, как вычисление и обработка массивов данных, представленных в электронном виде, подтверждено лишь частично. Было обнаружено, что основным инструментом решения задач или выполнения заданий является вычисление (69,87%). Этот результат совпадает с ситуацией со школьной программой по математике, о которой В.А. Успенский писал следующее: «…хорошо бы в этой программе устранить перекос в сторону вычислений и уделить больше внимания качественным моментам, с вычислениями непосредственно не связанным» [Успенский, 2015, с. 61]. Вероятно, вычислительная традиция была перенята и высшей школой. Схожую позицию можно увидеть в работе Дж. Гарфилд и др. [Garfield et al., 2008], где представлена концепция «Quantitative Literacy Project», одним из постулатов которой является мысль «students should write more and calculate less» («обучающимся следует больше писать и меньше считать»). По-видимому, и в зарубежных курсах статистики вычисление является одним из основных инструментов (способов действия).

На втором по частоте месте (17,47%) оказались неспецифические математико-статистические инструменты, хотя мы ожидали, что более частым инструментом будет обработка массивов данных. Как правило, это житейские способы рассуждения или понятия, которых достаточно для выполнения задания или решения задачи. Нам представляется это допустимым, поскольку статистика тесно связана с проблемами реальной жизни, и подчас для решения таких проблем достаточно житейских представлений. Кроме того, согласно концепции обучения Л.С. Выготского [Выготский, 1996], развитые житейские понятия могут быть основой для развития научных. Причем механизм развития обоих типов понятий описывается один – сначала решение задач под руководством другого, а затем самостоятельно.

Взаимосвязь между категориями анализа

В ходе анализа была обнаружена достаточно тесная сопряженность исследуемых признаков, так как коэффициент C варьировался в пределах 0,31–0,49. На основе изучения сопряженности содержательной области и группы действий можно заметить, что решение задач или выполнение заданий содержательных областей «вероятность» и «описательная статистика» преимущественно основано на такой группе действий, как применение, то есть на использовании изученных формул, алгоритмов, фактов. С областью статистики вывода ситуация несколько иная: на применение и интерпретацию приходится практически равное количество заданий или задач, но при этом заметен недостаток материала на рассуждение. В областях «вероятность» и «описательная статистика» достаточно легко перейти к применению (например, расчету вероятностей, вычислению средних или построению диаграмм). При этом построению диаграмм уделяется мало внимания. Многие исследователи [Gal, 2005; Garfield et al., 2008] подчеркивают, что умение строить статистические рассуждения – это важнейший компонент статистической грамотности. Отсутствие достаточного количества заданий на рассуждение во всех содержательных областях говорит о том, что учебные задания и задачи в меньшей степени ориентированы на развитие у студентов полного цикла статистического мышления (от постановки проблемы до аргументированного вывода). Однако необходимо отметить, что в научной литературе есть немало примеров заданий из различных содержательных областей, в которых именно рассуждению уделяется немалое внимание; особенно

много примеров из области вероятности (см., например, [Álvarez-Arroyo et al., 2024; Gal, 2005]).

В задачах или заданиях на вероятность данные, как правило, представлены в текстовом виде. При этом в задачах или заданиях из области описательной статистики или статистики вывода в равной степени представляются данные в виде текста и в виде таблицы. С теоретической позиции такой результат во многом обусловлен характером самих содержательных областей. Задачи по вероятности чаще всего иллюстрируют концепции на небольших, абстрактных или «классических» примерах (таких как подбрасывание монеты, броски кубика, вытаскивание шаров из урны и пр.). Эти сценарии традиционно описываются словесно без необходимости представлять объемные наборы данных в виде таблиц. Подобная практика подтверждается исследованиями по обучению вероятности [Gal, 2005], показывающими, что работа с простыми моделями и примерами часто идет через короткий текстовый формат, который подчеркивает сюжетно-смысловую составляющую задачи. В то же время, в заданиях по описательной статистике и статистике вывода акцент смещается на анализ реальных или приближенных к реальным данных, которые удобнее представлять в таблицах. Например, таблицы позволяют в наглядной форме отразить множество переменных или наблюдений, а также предоставить промежуточные вычисленные статистики (среднее, мода, медиана и т.д.). Это согласуется с идеями современных дидактов [Garfield et al., 2008] о том, что уже на этапе описательного анализа студентам стоит работать с более реальными способами представления данных, поскольку это отражает существующий формат в научных исследованиях. С практической точки зрения использование текстовой формы в заданиях или задачах на вероятность упрощает формирование сюжета (контекста), что позволяет студентам применять вероятностные концепции к конкретной ситуации. В реальных исследованиях, как правило, рафинированные вероятностные задачи встречаются реже, но в учебном процессе работа с простыми моделями позволяет показать суть основных вероятностных концепций. Когда же речь заходит об описательной статистике или статистике вывода, практическая деятельность обычно подразумевает работу с наборами числовых данных. Чтобы студенты могли формировать навыки вычисления различных статистик или применения тестов, таблицы оказываются наиболее удобным и наглядным инструментом структурирования информации. Таким образом, доминирование текстового формата в заданиях на вероятность и баланс табличного и текстового форматов в областях описательной статистики и статистики вывода представляется естественным следствием содержания. Однако с точки зрения формирования современной статистической грамотности может быть целесообразно расширять спектр форматов данных: например, использовать графические представления даже в вероятностных задачах, чтобы успешнее моделировать реальные ситуации, расширять диапазон способов действия.

Если говорить о распределении способов представления данных в разрезе групп действий, то можно заметить, что в заданиях или задачах на интерпретацию превалирует табличный формат, в то время как в остальных группах действий – текстовый. Это можно объяснить тем, что задания на интерпретацию в большей степени предполагают анализ уже готовых результатов: таблиц с вычисленными статистическими показателями, результатами тестов или распределениями данных. В таких случаях у обучающихся нет необходимости самостоятельно собирать или структурировать информацию: им нужно сосредоточиться на понимании и трактовке приведенных чисел и сформировать статистический вывод. Табличный формат, в отличие от чисто текстового, позволяет проще и нагляднее «считывать» результаты (например, видеть сразу несколько показателей по разным группам, отслеживать изменения и т.п.). В заданиях или задачах, где главным видом деятельности является применение (вычисление, построение диаграмм и т.п.) либо рассуждение, чаще используется текстовая форма подачи данных. Это в некоторой степени обусловлено тем, что здесь важна контекстуальная часть (описание ситуации, исходных условий), которая формирует сюжет задачи. Текст лучше обеспечивает сюжетную связность, которая, с одной стороны, дает возможность «погрузиться» в проблему, а с другой – в случае более творческого задания (рассуждение, обоснование) позволяет разнообразить варианты решения [Gal, 2005]. Таким образом, выбор формата (текст против таблицы) отражает разные дидактические цели: при интерпретации необходимо оценить результаты, перевести их на естественный язык, а при применении и рассуждении – «выстроить» логику решения, для чего чаще используется словесное описание условий и требований к задаче.

Если рассмотреть распределение инструментов в разрезе других критериев анализа заданий или задач, то важно отметить, что вычисление является основным способом действия в заданиях

или задачах на интерпретацию и применение, но в материалах на рассуждение превалируют неспецифические математико-статистические инструменты. Причем среди этих неспецифических инструментов немалая часть относится к области статистики вывода, нежели к вероятности или описательной статистике. При этом, независимо от инструментов, текстовый формат задания или задачи будет встречаться чаще, чем табличный. Все это можно объяснить, во-первых, спецификой самих когнитивных процессов, лежащих в основе разных групп действий (применение, интерпретация, рассуждение). Так, интерпретация и применение обычно требуют от студентов непосредственного обращения к формальным процедурам, алгоритмам и вычислительным техникам [Garfield, Ahlgren, 1988]. Это может быть, например, подсчет статистик, построение доверительных интервалов или проведение статистических тестов, где важно корректно выполнить расчеты и прочитать полученные результаты. В подобных заданиях число (вычисленная статистика) выступает главным «аргументом», а значит, вполне естественно, что в качестве инструмента преобладает вычисление. Во-вторых, задания на рассуждение подразумевают более глубокое осмысление предпосылок, критический анализ используемых методов и обсуждение концепций, что может выходить за рамки «чистых» математико-статистических инструментов [Gal, 2005]. Такие задания нередко связаны именно со статистикой вывода, где необходимо понимать логику проверки гипотез, условия применимости различных тестов, ограничения интерпретации результатов и пр. При этом классические вычислительные процедуры могут оказаться вторичными или вовсе необязательными (например, когда обсуждается выбор критериев без их непосредственного расчета). Наконец, преобладание т екстового формата (независимо от характера инструментария) отражает общую тенденцию в обучении статистике, когда задача или задание стремятся быть приближенными к жизненной ситуации и требуют от обучающегося чтения, осмысления и интеграции контекстных данных [Garfield et al., 2008]. Именно в тексте проще раскрыть все тонкости постановки проблемы, тогда как таблицы чаще используются для иллюстрации уже структурированной числовой информации. При этом задания, опирающиеся на концептуальное рассуждение или выбор инструмента из нескольких возможных, требуют более объемного контекстуального описания, чем это возможно в табличной форме.

Заключение

Проведенный анализ заданий и задач учебных изданий по прикладной статистике для студентов-психологов позволил выявить ряд закономерностей и проблем, касающихся их компетентностной ориентации. Во-первых, было обнаружено, что большинство заданий сосредоточено на статистике вывода и вероятностных методах, тогда как теория измерений и описательная статистика представлены значительно меньше. Это может создавать пробелы в базовой подготовке студентов, особенно в вопросах описания данных и понимания ключевых концепций измерения в психологии. Во-вторых, преобладающая когнитивная деятельность, требуемая от студентов, связана с применением статистических методов, тогда как задания, направленные на рассуждение, интерпретацию и особенно формулирование статистических гипотез или проблем на языке статистики в целом, встречаются крайне редко. Данный дисбаланс может приводить к тому, что студенты осваивают технические аспекты статистики, но испытывают трудности с ее концептуальным осмыслением и корректным применением в исследовательской практике. В-третьих, анализ способов репрезентации данных показал, что учебные издания преимущественно используют текстовые и табличные форматы, тогда как графические способы представления информации почти отсутствуют. Это может ограничивать развитие у студентов навыков визуального анализа данных, которые являются критически важными для современного исследователя и гражданина. В-четвертых, выявлен значительный перекос в сторону вычислительной деятельности: подавляющее большинство заданий требуют от студентов выполнения расчетов, но не способствуют развитию критического мышления и способности интерпретировать полученные результаты.

На основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости обновления учебных материалов с опорой на компетентностную рамку. Так, среди основных рекомендаций можно выделить: а) увеличение доли заданий/задач, направленных на формулирование или рассуждение, чтобы способствовать развитию критического понимания статистических методов, умению ставить проблемы в контексте статистики, «переводить» проблемную ситуацию на «язык» статистики; б) расширение способов представления данных (например, через визуализацию), чтобы подготовить студентов к анализу многоаспектной и многоформатной информации в реальной жизнедеятельно-

сти; в) смягчение избыточной ориентированности на вычисления.

В качестве примера хотелось бы привести собственные материалы по теме «описательная статистика», которые используются нами на занятиях в виде «статистического диктанта» (т.е. вопросы задаются на слух, студенты письменно отвечают на них). Как нам представляется, эти задания, сформулированные в виде вопросов, больше ориентированы на рассуждение, работу со статистическими моделями и фактами, нежели основаны на вычислениях или механическом применении фактов, алгоритмов и пр. Материал представлен в Приложении 4.

Литература

Выготский Л.С. Развитие житейских и научных понятий в школьном возрасте. Психологическая наука и образование, 1996, 1(1), 5–19.

Кричевец А.Н., Корнеев А.А., Рассказова Е.И. Основы статистики для психологов. М.: Акрополь, 2019.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Приказ от 29.07.2020 № 839 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 37.03.01 Психология» (зарегистрирован в Минюсте РФ 21.08.2020 № 59374). https://fgos.ru/fgos/fgos-37-03-01-psihologiya-839

Орёл Е.А., Хавенсон Т.Е. Отношение к статистике у студентов, изучающих социальные науки: операционализация понятия и его измерение. Психология. Журнал высшей школы экономики, 2013, 10(1), 37–54.

Орлов А.И. Теория измерений как часть методов анализа данных: размышления над переводом статьи П.Ф. Веллемана и Л. Уилкинсона. Социология: методология, методы, математическое моделирование (Социология: 4М), 2012, No. 35, 155–174.

Пашкевич А.В. Теория вероятностей и математическая статистика для социологов и менеджеров: учебник для студентов учреждений высшего образования. М.: Академия, 2014.

Рослова Л.О., Квитко Е.С., Денищева Л.О., Карамова И.И. Проблема формирования способности «Применять математику» в контексте уровней математической грамотности. Отечественная и зарубежная педагогика, 2020, 2(2(70)), 74–99.

Рослова Л.О., Краснянская К.А., Квитко Е.С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности. Отечественная и зарубежная педагогика, 2019, 1(4(61)), 58–79.

Стин Л.А. [Steen L.A.] Математика будущего. М.: Высш. школа экономики, 2025.

Успенский В.А. Предисловие к математике. СПб.: Амфора, 2015.

Фрумин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Современная аналитика образования, 2018, No. 2, 1–25.

Фрумин И.Д., Добрякова М.С. Из доклада: универсальные компетентности и новая грамотность. Образовательная политика, 2019, No. 3(79), 63–72.

Álvarez-Arroyo R., Batanero C., Gea M.M. Probabilistic literacy and reasoning of prospective secondary school teachers when interpreting media news. ZDM–Mathematics Education, 2024, 56(1), 1–14. DOI:10.1007/s11858-024-01577-w

Chance B., Ben-Zvi D., Garfield J., Medina E. The role of technology in improving student learning of statistics. Technology Innovations in Statistics Education, 2007, 1(1). DOI:10.5070/T511000026

Clark J., Kraut G., Mathews D., Wimbish J. The “fundamental theorem” of statistics: Classifying student understanding of basic statistical concepts. Unpublished manuscript. 2007. http://www1.hollins.edu/faculty/clarkjm/stat2c.pdf

Cohen J. The earth is round (p < .05). American Psychologist, 1994, 49(12), 997–1003. DOI:10.1037/0003-066X.49.12.997

del Pino J., Estepa A. Análisis de la enseñanza de las medidas de dispersión en libros de texto de educación secundaria. AIEM - Avances de Investigación en Educación Matemática, 2019, No. 16, 86–102. DOI:10.35763/aiem.v0i16.232

Eshet Y., Steinberger P., Grinautsky K. Relationship between statistics anxiety and academic dishonesty: A comparison between learning environments in social sciences. Sustainability, 2021, 13(3), 1564. DOI:10.3390/su13031564

Fleiss J.L. Measuring nominal scale agreement among many raters. Psychological Bulletin, 1971, 76(5), 378–382. DOI:10.1037/h0031619

Gal I. Towards “probability literacy” for all citizens: Building blocks and instructional dilemmas. In: G.A. Jones (Ed.), Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning. Boston, MA: Springer US, 2005. pp. 39–63.

Garfield J., Ahlgren A. Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. Journal for Research in Mathematics Education, 1988, 19(1), 44–63. DOI:10.2307/749110

Garfield J., Ben-Zvi D., Chance B., Medina E., Roseth C., Zieffler A. Developing students’ statistical reasoning: Connecting research and teaching practice. New York: Springer Science & Business Media, 2008. DOI:10.1007/978-1-4020-8383-9

Glasnovic Gracin D. Requirements in mathematics textbooks: A five-dimensional analysis of textbook

exercises and examples. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 2018, 49(7), 1003–1024. DOI:10.1080/0020739X.2018.1431847

Gwet K.L. Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 2008, 61(1), 29–48. DOI:10.1348/000711006X126600

McElreath R. Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan. New York: Chapman and Hall/CRC, 2020. DOI:10.1201/9780429029608

Landis J.R., Koch G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 1977, 33(1), 159–174. DOI:10.2307/2529310

Ng C.L., Chew C.M. Uncovering student errors in measures of dispersion: An APOS theory analysis in high school statistics education. European Journal of Science and Mathematics Education, 2023, 11(4), 599–614. DOI:10.30935/scimath/13260

Nickerson R.S. Null Hypothesis Significance Testing: A Review of an Old and Continuing Controversy. Psychological Methods, 2000, 5(2), 241–301. DOI:10.1037/1082-989X.5.2.241

OECD. PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Revised edition, February 2014. Paris: OECD Publishing, 2014. DOI:10.1787/9789264208780-en

OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2019. DOI:10.1787/b25efab8-en

OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI:10.1787/dfe0bf9c-en

OECD. The Assessment Frameworks for Cycle 2 of the Programme for the International Assessment of Adult Competencies. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI:10.1787/4bc2342d-en

O'Keeffe L., O'Donoghue J. A review of school textbooks for Project Maths. 2011. https://core.ac.uk/download/pdf/51343189.pdf

Onwuegbuzie A.J., Wilson V.A. Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and treatments – a comprehensive review of the literature. Teaching in Higher Education, 2003, 8(2), 195–209. DOI:10.1080/1356251032000052447

Schubert P., Leimstoll U. Importance and use of information technology in small and medium–sized companies. Electronic Markets, 2007, 17(1), 38–55. DOI:10.1080/10196780701298781

Sönnerhed W.W. Quadratic equations in Swedish textbooks for upper-secondary school. LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 2021, 9(1), 518–545. DOI:10.31129/LUMAT.9.1.1391

Stylianides A. Reasoning-and-proving in school mathematics textbooks. Mathematical Thinking and Learning, 2009, 11(4), 258–288. DOI:10.1080/10986060903253916

Tall D. How Humans Learn to Think Mathematically: Exploring the Three Worlds of Mathematics. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. DOI:10.1017/CBO9781139565202

Wagenmakers E.J., Marsman M., Jamil T., Ly A., Verhagen J., Love J., Selker R., Gronau Q.F., Šmíra M., Epskamp S., Matzke D., Rouder J.N., Morey R.D. Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. Psychonomic Bulletin & Review, 2018, 25(1), 35–57. DOI:10.3758/s13423-017-1343-3

Zhao X., Feng G.C., Ao S.H., Liu P.L. Interrater reliability estimators tested against true interrater reliabilities. BMC Medical Research Methodology, 2022, 22(1), 232. DOI:10.1186/s12874-022-01688-8

Zhu Y., Fan L. Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from Mainland China and the United States. International Journal of Science and Mathematics Education, 2006, 4, 609–626. DOI:10.1007/s10763-006-9036-9

Zieffler A., Garfield J., DelMas R., Reading C. A framework to support research on informal inferential reasoning. Statistics Education Research Journal, 2008, 7(2), 40–58. DOI:10.52041/serj.v7i2.469

Приложения

Приложение 1

Перечень учебных изданий, отобранных для анализа по базе данных ЭБС «Лань»

Автор(-ы)	Название	Год издания
Хильманович В.Н., Копыцкий А.В., Наумюк Е.П., Пашко А.К.	Биомедицинская статистика: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности «Медико-психологическое дело».	2023
Артамонова Н.Е., Канунников В.Н., Лапшина Н.В., Луценко М.М.	Дифференциальные уравнения. Математическая статистика.	2021
Кошелева Н.Н., Крылова С.А., Кузнецова О.А., Павлова Е.С., Палфёрова С.Ш.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие.	2022
Владова Е.В.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебно-методическое пособие для бакалавров и магистрантов направления подготовки «Педагогическое образование».	2017
Ащеулова А.С., Кабачевская Е.В.	Практикум по математике. Часть 6: Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие.	2022

Приложение 2

Перечень учебных изданий, отобранных для анализа по базе данных «Юрайт»

Автор(-ы)	Название	Год издания
Высоков И.Е.	Математические методы в психологии.	2025
Леньков С.Л., Рубцова Н.Е.	Статистические методы в психологии.	2025

Приложение 3

Примеры проанализированных учебных заданий и задач

Пример 1 [Пашкевич, 2014, с. 70]

Содержательная область: Описательная статистика

Группа действий: Применение

Репрезентация: Таблица

Инструментальность: Вычисление

«Студенты и автомобиль»

Пусть имеются следующие данные о том, какова доля студентов университета, приезжающих на занятия на личном автомобиле:

Факультет	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Доля студентов в общей численности факультета	0,12	0,06	0,17	0,09	0,10	0,08	0,08

Определите, чему равна, в среднем, на каждом факультете доля студентов, приезжающих на своем автомобиле. Рассчитайте выборочное стандартное отклонение и выборочный коэффициент вариации. О чём свидетельствует полученное значение коэффициента вариации? Что можно сказать о доле автомобилистов среди студентов разных факультетов?

Пример 2 [Пашкевич, 2014, с. 122]

Содержательная область: Вероятность

Группа действий: Применение

Репрезентация: Текст

Инструментальность: Визуализация

«Грусть»

Один человек иногда грустит. Среднее число дней в месяц, когда он грустный, равно 12, а стандартное отклонение составляет 3 дня. Какова вероятность того, что в следующем месяце он будет грустить не более 8 дней (если считать, что число «грустных» дней – случайная величина, которая описывается нормальным законом распределения с указанными параметрами)? Схематично отразите искомую вероятность на графике нормального распределения и на графике стандартного нормального распределения.

Пример 3 [Пашкевич, 2014, с. 170–171]

Содержательная область: Статистика вывода

Группа действий: Применение

Репрезентация: Текст

Инструментальность: Вычисление

«Экология планеты»

Предположим, что респонденты некоторой выборочной совокупности были опрошены по установочной шкале Лайкерта. Было выяснено, насколько они встревожены экологической проблемой глобального потепления на Земле. Результаты измеряемой установки (в виде индекса сумматорного типа) у 17 респондентов были следующими: 10, 3, 18, 15, 20, 14, 5, 19, 20, 21, 8, 30, 24, 27, 27, 22, 20 (баллов по шкале). Индекс изменялся в диапазоне от 0 до 30 баллов, где большее значение соответствует большей озабоченности и тревожности за экологическое будущее планеты. Найдите 95%-й доверительный интервал для математического ожидания индекса (т.е. истинного значения среднего). Обратите внимание на малый объём выборки при выборе статистики (z или t?). Определите также коэффициент вариации. О чём свидетельствует его значение?

Пример 4 [Пашкевич, 2014, с. 283]

Содержательная область: Статистика вывода

Группа действий: Интерпретация и оценка

Репрезентация: Таблица

Инструментальность: Вычисление

«Фрустрация»

Предположим, что для сравнения показатели уровня фрустрации (проявляющейся в таких эмоциональных состояниях, как тревога, раздражение, уныние, разочарование, отчаяние и др.) до и после психологической беседы с девятью подростками из детского дома были измерены дважды с помощью специальной методики (в баллах), при этом больший балл соответствует большему уровню фрустрации. Результаты представлены ниже. Проверьте, имеется ли положительный результат от этой психологической беседы или она оказалась безрезультативной?

Фрустрация, баллы	Подросток								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
До психологической беседы	31	35	38	34	39	40	27	27	32
После психологической беседы	33	35	35	30	36	36	38	29	40

Уровень доверительной вероятности примите равным 90%. Конкурирующую гипотезу считайте направленной (исходя из данных).

Приложение 4

Вопросы для статистического диктанта.

1. При правосторонней асимметрии что больше – мода или среднее арифметическое?

2. Что нужно сделать с дисперсией, чтобы получить стандартное отклонение?

3. Чему равняется среднее арифметическое в стандартном нормальном распределении?

4. У какого из известных нам распределений значения дисперсии и стандартного отклонения совпадают?

5. Первый квартиль и 25-й перцентиль – это одно и то же или разное?

6. Сколько процентов наблюдений отделяет третий квинтиль?

7. Формулу среднего арифметического можно записать следующим образом: $M = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n}$. Как по-другому можно записать формулу среднего арифметического?

Поступила в редакцию: 10 марта 2025 г.
Дата публикации: 31 августа 2025 г.

Сведения об авторах

Колачев Никита Игоревич. Кандидат психологических наук, доцент департамента психологии, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, д. 20, 101000 Москва, Россия.
E-mail: nkolachev@hse.ru

Новиков Игорь Андреевич. Преподаватель Московского государственного института культуры, ул. Библиотечная, д. 7, 141406 Московская область, Химки, Россия.
E-mail: novikowia@gmail.com

Ссылка для цитирования

Колачев Н.И., Новиков И.А. Анализ заданий и задач в учебной литературе по прикладной статистике для психологов на основе компетентностного подхода. Психологические исследования. 2025. Т. 18, № 102. С. 4. URL: https://psystudy.ru

Адрес статьи:

https://doi.org/10.54359/7r4a6541

Analysis of items and tasks in educational literature on applied statistics for psychologists based on the competency-based approach

Kolachev N.I.[1], **Novikov I.A.**[2]

[1] HSE University, Moscow, Russia
[2] Moscow State Institute of Culture, Khimki, Russia

This study examines the characteristics of instructional tasks and problems in applied statistics for psychology students through the lens of a competency-based approach. To achieve the research objective, a methodological framework was developed comprising four key components: content domain, types of cognitive actions, forms of data representation, and instrumental tools. The sample consisted of statistical textbooks used in psychology education, from which 790 tasks and problems were analyzed. The results show that most tasks focus on inferential statistics and probability, while only about one-fifth address descriptive statistics. The analysis of the cognitive processes required for task completion revealed a predominance of actions related to the application of statistical procedures, whereas tasks involving data interpretation and reasoning were less common, and those aimed at formulating problems in statistical terms were almost entirely absent. Most tasks present data in textual form, with combined formats (e.g., text plus diagram) used only rarely. Computation was found to be the primary means of task completion. These findings point to the need for a revision of instructional content to support a more balanced development of statistical literacy among psychology students.

Keywords: statistics, applied statistics, competency-based approach, statistical literacy, analysis of tasks

References

Álvarez-Arroyo R., Batanero C., Gea M.M. Probabilistic literacy and reasoning of prospective secondary school teachers when interpreting media news. ZDM–Mathematics Education, 2024, 56(1), 1–14. DOI:10.1007/s11858-024-01577-w

Chance B., Ben-Zvi D., Garfield J., Medina E. The role of technology in improving student learning of statistics. Technology Innovations in Statistics Education, 2007, 1(1). DOI:10.5070/T511000026

Clark J., Kraut G., Mathews D., Wimbish J. The fundamental theorem of statistics: Classifying student understanding of basic statistical concepts. Unpublished manuscript. 2007. http://www1.hollins.edu/faculty/clarkjm/stat2c.pdf

Cohen J. The earth is round (p < .05). American Psychologist, 1994, 49(12), 997–1003. DOI:10.1037/0003-066X.49.12.997

del Pino J., Estepa A. Análisis de la enseñanza de las medidas de dispersión en libros de texto de educación secundaria. AIEM - Avances de Investigación en Educación Matemática, 2019, No. 16, 86–102. DOI:10.35763/aiem.v0i16.232

Eshet Y., Steinberger P., Grinautsky K. Relationship between statistics anxiety and academic dishonesty: A comparison between learning environments in social sciences. Sustainability, 2021, 13(3), 1564. DOI:10.3390/su13031564

Fleiss J.L. Measuring nominal scale agreement among many raters. Psychological Bulletin, 1971, 76(5), 378–382. DOI:10.1037/h0031619

Frumin I.D., Dobrjakova M.S. Iz doklada: universal'nye kompetentnosti i novaja gramot-nost'. Obrazovatel'naja politika, 2019, No. 3(79), 63–72. (in Russian)

Frumin I.D., Dobrjakova M.S., Barannikov K.A., Remorenko I.M. Universal'nye kompetent-nosti i novaja gramotnost': chemu uchit' segodnja dlja uspeha zavtra. Sovremennaja analitika obrazovanija, 2018, No. 2, 1–25. (in Russian)

Gal I. Towards probability literacy for all citizens: Building blocks and instructional dilemmas. In: G.A. Jones (Ed.), Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning. Boston, MA: Springer US, 2005. pp. 39–63.

Garfield J., Ahlgren A. Difficulties in learning basic concepts in probability and statistics: Implications for research. Journal for Research in Mathematics Education, 1988, 19(1), 44–63. DOI:10.2307/749110

Garfield J., Ben-Zvi D., Chance B., Medina E., Roseth C., Zieffler A. Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice. New York: Springer Science & Business Media, 2008. DOI:10.1007/978-1-4020-8383-9

Glasnovic Gracin D. Requirements in mathematics textbooks: A five-dimensional analysis of textbook exercises and examples. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 2018, 49(7), 1003–1024. DOI:10.1080/0020739X.2018.1431847

Gwet K.L. Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 2008, 61(1), 29–48. DOI:10.1348/000711006X126600

Krichevec A.N., Korneev A.A., Rasskazova E.I. Osnovy statistiki dlja psihologov. Moscow: Akro-pol', 2019. (in Russian)

Landis J.R., Koch G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 1977, 33(1), 159–174. DOI:10.2307/2529310

McElreath R. Statistical rethinking: A Bayesian course with examples in R and Stan. New York: Chapman and Hall/CRC, 2020. DOI:10.1201/9780429029608

Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossiiskoi Federatsii. Prikaz ot 29.07.2020 № 839 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniia – bakalavriat po napravleniiu podgotovki 37.03.01 Psikhologiia" (zaregistrirovan v Min'iuste RF 21.08.2020 № 59374). https://fgos.ru/fgos/fgos-37-03-01-psihologiya-839 (in Russian)

Ng C.L., Chew C.M. Uncovering student errors in measures of dispersion: An APOS theory analysis in high school statistics education. European Journal of Science and Mathematics Education, 2023, 11(4), 599–614. DOI:10.30935/scimath/13260

Nickerson R.S. Null Hypothesis Significance Testing: A Review of an Old and Continuing Controversy. Psychological Methods, 2000, 5(2), 241–301. DOI:10.1037/1082-989X.5.2.241

OECD. PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Revised edition, February 2014. Paris: OECD Publishing, 2014. DOI:10.1787/9789264208780-en

OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2019. DOI:10.1787/b25efab8-en

OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI:10.1787/dfe0bf9c-en

OECD. The Assessment Frameworks for Cycle 2 of the Programme for the International Assessment of Adult Competencies. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI:10.1787/4bc2342d-en

O'Keeffe L., O'Donoghue J. A review of school textbooks for Project Maths. 2011. https://core.ac.uk/download/pdf/51343189.pdf

Onwuegbuzie A.J., Wilson V.A. Statistics Anxiety: Nature, etiology, antecedents, effects, and treatments – a comprehensive review of the literature. Teaching in Higher Education, 2003, 8(2), 195–209. DOI:10.1080/1356251032000052447

Orjol E.A., Havenson T.E. Otnoshenie k statistike

u studentov, izuchajushhih social'nye nauki: operacionalizacija ponjatija i ego izmerenie. Psihologija. Zhurnal vysshej shkoly jekonomi-ki, 2013, 10(1), 37–54. (in Russian)

Orlov A.I. Teorija izmerenij kak chast' metodov analiza dannyh: razmyshlenija nad perevo-dom stat'i PF Vellemana i L. Uilkinsona. Sociologija: metodologija, metody, matematiche-skoe modelirovanie (Sociologija: 4M), 2012, No. 35, 155–174. (in Russian)

Pashkevich A.V. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika dlja sociologov i menedzhe-rov: uchebnik dlja stud. uchrezhdenij vyssh. obrazovanija. Moscow: Akademija, 2014. (in Russian)

Roslova L.O., Krasnjanskaja K.A., Kvitko E.S. Konceptual'nye osnovy formirovanija i ocenki matematicheskoj gramotnosti. Otechestvennaja i zarubezhnaja pedagogika, 2019, 1(4(61)), 58–79. (in Russian)

Roslova L.O., Kvitko E.S., Denishheva L.O., Karamova I.I. Problema formirovanija sposob-nosti "Primenjat' matematiku" v kontekste urovnej matematicheskoj gramotnosti. Oteche-stvennaja i zarubezhnaja pedagogika, 2020, 2(2(70)), 74–99. (in Russian)

Schubert P., Leimstoll U. Importance and use of information technology in small and medium-sized companies. Electronic Markets, 2007, 17(1), 38–55. DOI:10.1080/10196780701298781

Sönnerhed W.W. Quadratic equations in Swedish textbooks for upper-secondary school. LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 2021, 9(1), 518–545. DOI:10.31129/LUMAT.9.1.1391

Steen L.A. Matematika budushhego. Moscow: Vysshaya shkola jekonomiki, 2025. (in Russian)

Stylianides A. Reasoning-and-proving in school mathematics textbooks. Mathematical Thinking and Learning, 2009, 11(4), 258–288. DOI:10.1080/10986060903253916

Tall D. How Humans Learn to Think Mathematically: Exploring the Three Worlds of Mathematics. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. DOI:10.1017/CBO9781139565202

Uspenskij V.A. Predislovie k matematike. St. Petersburg: Amfora, 2015. (in Russian)

Vygotskij L.S. Razvitie zhitejskih i nauchnyh ponjatij v shkol'nom vozraste. Psihologicheskaja nauka i obrazovanie, 1996, 1(1), 5–19. (in Russian)

Wagenmakers E.J., Marsman M., Jamil T., Ly A., Verhagen J., Love J., Selker R., Gronau Q.F., Šmíra M., Epskamp S., Matzke D., Rouder J.N., Morey R.D. Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. Psychonomic Bulletin & Review, 2018, 25(1), 35–57. DOI:10.3758/s13423-017-1343-3

Zhao X., Feng G.C., Ao S.H., Liu P.L. Interrater reliability estimators tested against true interrater reliabilities. BMC Medical Research Methodology, 2022, 22(1), 232. DOI:10.1186/s12874-022-01688-8

Zhu Y., Fan L. Focus on the representation of problem types in intended curriculum: A comparison of selected mathematics textbooks from Mainland China and the United States. International Journal of Science and Mathematics Education, 2006, 4, 609–626. DOI:10.1007/s10763-006-9036-9

Zieffler A., Garfield J., DelMas R., Reading C. A framework to support research on informal inferential reasoning. Statistics Education Research Journal, 2008, 7(2), 40–58. DOI:10.52041/serj.v7i2.469

Information about authors

Kolachev Nikita Igorevich. PhD in Psychology, Associate Professor, Department of Psychology, HSE University, ul. Mysnitskaya, d. 20, 101000 Moscow, Russia.
E-mail: nkolachev@hse.ru

Novikov Igor Andreevich. Lecturer at the Moscow State Institute of Culture, ul. Bibliotechnaya, d. 7, 141406 Moscow Region, Khimki, Russia.
E-mail: novikowia@gmail.com

For citation: Kolachev N.I., Novikov I.A. Analysis of items and tasks in educational literature on applied statistics for psychologists based on the competency-based approach. Psikhologicheskie Issledovaniya, 2025, Vol. 18, No. 102, p. 4.
https://psystudy.ru