

У.А. Оспанова^{1,2*} , К.С. Нурумов¹ , М.К. Атанаева¹ 

¹АО «Информационно-аналитический центр», Казахстан, г. Астана

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Астана

*e-mail: uljansbox@mail.ru

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДОСТИЖЕНИЯ КАЗАХСТАНСКИХ УЧАЩИХСЯ В МЕЖДУНАРОДНОМ ИССЛЕДОВАНИИ PISA-2018

Международная программа оценки школьников PISA (Programme for International Student Assessment) является одним из самых авторитетных исследований в области качества школьного образования. Актуальность статьи обусловлена выявлением факторов, влияющих на достижения казахстанских учащихся в международном исследовании PISA-2018. В данной статье используется фактор-центричный исследовательский дизайн (factor-centric research design), при котором основная цель – вычислить направление и размер одной или нескольких переменных влияния. Основные направления и идея научного исследования связаны с результатами исследования PISA, транслирующими большое количество факторов, влияющих на результаты школьников, которые можно условно разделить на географические, школьные, семейно-биографические и социально-экономические. Для моделирования были выбраны: индекс социально-культурно-экономического статуса, показатель резильентности и др. Методология исследования включала мультиуровневый регрессионный анализ, комплексный дизайн выборки, статистический анализ, мультиуровневую линейную регрессию, вычисления дисперсии случайных эффектов, возможность добавления фиксированных эффектов на групповом уровне.

Результаты исследования: рассчитанные модели для математической, читательской и естественнонаучной грамотности 15-летних обучающихся, в которых вычисляется только случайная константа, без включения предикторов на индивидуальном и групповом уровнях. Ценность проведенного исследования заключается в попытке собрать основные факторы, объясняющие результаты казахстанских школьников, по таким направлениям исследования PISA-2018, как математика, чтение и естествознание на индивидуальном, школьном и региональном уровнях.

Практическое значение: анализ устойчивых факторов неравенства на протяжении 10-14 лет развития системы образования в РК. Рекомендуется дальнейшее изучение языковой разницы и влияния общепринятой типологии школ на результаты тестирования.

Ключевые слова: качество школьного образования, статистический анализ, результаты исследования, комплексный дизайн выборки.

U.A. Ospanova^{1,2*}, K.S. Nurumov¹, M.K. Atanaeva¹

¹JSC «Information and Analytical Center», Kazakhstan, Astana

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Astana

*e-mail: uljansbox@mail.ru

Factors influencing the achievements of Kazakhstani students in the PISA-2018 international study

The PISA International Student Assessment Program (Program for International Student Assessment) is one of the most authoritative studies in the field of school education quality.

The relevance of the article is due to the factors influencing the achievements of Kazakhstani students in the PISA-2018 international study.

This article uses factor-centric research design, in which the main purpose is to calculate the direction and size of one or more variables of interest. The main directions and the idea of scientific research are characterized by the results of the PISA study, which broadcast a large number of factors affecting the results of schoolchildren, which can be divided into geographical, school, family-biographical and socio-economic.

The scientific and practical significance of the work lies in the fact that, based on a literary review, an index of socio-cultural and economic status, a resistance index, etc. were selected for modeling at the group level.

The research methodology includes multilevel regression analysis, complex sampling design, statistical analysis, multilevel linear regression, calculations of variance of random effects, the possibility of adding fixed effects at the group level.

As the main results and analysis, as well as the conclusions of the research work, we can cite models for mathematical, reading and natural science literacy of 15-year-olds, in which only a random constant is calculated, without including predictors at the individual and group levels.

The value of the conducted research lies in the first attempt to collect the main factors explaining the results of Kazakhstani schoolchildren in such areas of the PISA-2018 study as mathematics, reading and natural science at the individual, school and regional levels.

The practical significance of the results of the work is considered in the analysis of persistent factors of inequality over 10-14 years of development of the education system in the Republic of Kazakhstan. Further study of the language difference and the influence of the generally accepted typology of schools on the test results is recommended.

Keywords: school education quality, statistical analysis, plausible values, complex sampling design.

У.А. Оспанова^{1,2*}, К.С. Нурумов¹, М.К. Атанаева¹

¹«Ақпараттық-талдау орталығы» АҚ, Қазақстан, Астана қ.

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана қ.

*e-mail: uljansbox@mail.ru

PISA-2018 халықаралық зерттеуінде қазақстандық оқушылардың жетістіктеріне әсер ететін факторлар

PISA – (Programme for International Student Assessment) халықаралық оқушыларды бағалау бағдарламасы мектептегі білім беру сапасы саласындағы ең беделді зерттеулердің бірі.

Мақаланың өзектілігі PISA-2018 халықаралық зерттеуіндегі қазақстандық оқушылардың жетістіктеріне әсер ететін факторларға байланысты.

Бұл мақалада негізгі мақсат бір немесе бірнеше қызығушылық айналымының бағыты мен өлшемін есептеу болып табылатын факторлық зерттеу дизайны (factor-centric research design) қолданылады.

Ғылыми зерттеудің негізгі бағыттары мен идеясы оқушылардың нәтижелеріне әсер ететін көптеген факторларды көрсететін PISA зерттеу нәтижелерімен сипатталады, оларды шартты түрде географиялық, мектептік, отбасылық-өмірбаяндық және әлеуметтік-экономикалық деп бөлуге болады.

Жұмыстың ғылыми және практикалық маңыздылығы: топтық деңгейде модельдеу үшін әдеби шолуға сүйене отырып, әлеуметтік-мәдени-экономикалық мәртебе индексі, резиленттілік көрсеткіші және т. б. таңдалды.

Зерттеу әдістемесі көп деңгейлі регрессиялық талдауды, кешенді іріктеу дизайнын, статистикалық талдауды, көп деңгейлі сызықтық регрессияны, кездейсоқ эффекттердің дисперсиясын есептеуді, топтық деңгейде тұрақты эффекттерді қосу мүмкіндігін қамтыды.

Зерттеу жұмысының негізгі нәтижелері мен талдаулары, сондай-ақ қорытындылары ретінде жеке және топтық деңгейлерде болжаушыларды қоспай, тек кездейсоқ тұрақты есептелетін 15 жастағы студенттердің математикалық, оқу және жаратылыстану сауаттылығына арналған модельдерді келтіруге болады.

Жүргізілген зерттеудің құндылығы PISA-2018 зерттеуінің жеке, мектеп және өңірлік деңгейлердегі математика, оқу және жаратылыстану сияқты бағыттары бойынша қазақстандық оқушылардың нәтижелерін түсіндіретін негізгі факторларды жинаудың алғашқы әрекетінде жатыр.

Жұмыс қорытындыларының практикалық маңыздылығы ҚР білім беру жүйесін дамытудың 10-14 жыл бойы теңсіздіктің тұрақты факторларын талдауда қарастырылады. Тілдік айырмашылықты және мектептердің жалпы қабылданған типологиясының тестілеу нәтижелеріне әсерін одан әрі зерттеу ұсынылады.

Түйін сөздер: мектептегі білім сапасы, статистикалық талдау, зерттеу нәтижелері, кешенді үлгі дизайны.

Введение

Во многих странах мира в развитие системы образования и ключевых навыков инвестируются значительные материальные и человеческие ресурсы. В более чем 70 странах-участницах Международное исследование по оценке образовательных достижений 15-летних обучающихся

ся PISA стало инструментом по оценке, улучшению и разработке политики в области развития навыков подростков. Полученные данные дают четкое и достоверное представление о достижениях обучающихся по таким основным дисциплинам, как чтение, математика и естествознание, а также о том, какие факторы оказывают на них влияние. За 20 лет своего существования

PISA смогла превратиться в мощнейший влиятельный инструмент исследования качества школьного образования и стала источником достоверных объективных сравнительных данных о готовности 15-летних граждан стран-участниц PISA к успешной жизни в современном мире.

Востребованность инструмента PISA во всем мире подтверждается большим интересом стран участниц, количество которых растет с каждым новым циклом. Такой интерес обусловлен не только необходимостью получить независимую международную оценку. Страны стремятся определить, насколько результативны их учебные программы и реформы на фоне других стран-участниц, применить инструментарий, разработанный лучшими экспертами со всего мира с учетом самых инновационных подходов в образовании и трендов во всем мире для совершенствования собственных образовательных систем. Такой подход позволяет странам-участницам получить своевременную информацию для проведения анализа и принятия управленческих решений в сфере образования. В цикле PISA-2018 приняли участие порядка 600 тыс. обучающихся, представляющих более 32 млн 15-летних школьников из 79 стран или территорий мира, на которые приходится 3/4 населения планеты. Процедуры проведения исследования в отдельных регионах также соответствуют тем, что используются странами. Выборка участников PISA обычно формируется из числа обучающихся школ и колледжей, возраст которых составляет от 15 лет и 3 месяца до 16 лет и 2 месяца на момент начала проведения сбора данных апробационного и основного исследования. Так как возраст большинства участников PISA составляет 15 лет, используется термин «15-летние обучающиеся». Статистическая значимость показывает, являются ли различия между результатами исследуемых групп «действительными» или возникли из-за ошибки выборки или случайности. «Статистически не значимый» результат следует игнорировать, поскольку он может не отражать реальных различий, в то время как «значимый» результат указывает на то, что различие заслуживает внимания. Значимость не следует путать с термином «значительный», который носит качественный характер и основан на суждении, а не статистическом сравнении. Разница может показаться существенной, но не статистически значимой (например, из-за факторов, которые влияют на размер стандартных ошибок оценки), а другая разница может по-

казаться незначительной, но иметь статистическую значимость, потому что оценка была более точной. Термин «значимый» используется для описания разницы, отвечающей требованиям статистической значимости на уровне 0,05, что говорит о том, что разница реальна и может быть обнаружена как минимум в 95 случаях из 100, если сравнения будут повторены (PISA, 2018) [1].

Международная программа оценки школьников PISA (Programme for International Student Assessment) является одним из самых авторитетных исследований в области качества школьного образования. Основной фокус PISA направлен на сопоставимую оценку и измерение навыков и компетенций функциональной грамотности школьников 15-летнего возраста по таким направлениям, как математическая, читательская и естественнонаучная грамотность. Если в 2000 году в первом исследовании PISA участие приняли 43 страны, то цикл 2018 года включил уже 78 стран, в том числе не входящих в Организацию Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) (Peña-López, 2019) [2]. Исследование PISA собирает большое количество данных и состоит из анкетной и тестовой частей. Анкетная часть содержит в себе вопросы биографического характера, а также вопросные шкалы, измеряющие школьный климат, психологическое, ментальное состояние учащихся, мотивацию к обучению, а также другие переменные. Тестовая часть направлена непосредственно на оценку достижений учащихся в трех основных доменах. В последнем цикле 2022 года к тестированию был дополнительно добавлен домен креативного мышления (Susilowati, 2021) [3].

Для проведения исследования и точного сбора данных исследование PISA придерживается научных стандартов вероятностного дизайна выборки, в то время как для вычисления и статистического анализа использует комплексную методологию вычитывания возможных значений на основе замещения данных. Формально, каждое из значений является случайным и происходит из апостериорного распределения, вычисленного с помощью популяционной модели, на основе анкетных данных и параметров IRT модели. Каждый домен функциональной грамотности содержит 10 возможных значений и вычисление любой статистики интереса должно проводиться с учетом всех 10 значений, с последующим усреднением. Важно отметить, что интерпретация баллов на основе рейтингов явля-

ется не точной, так как помимо точечной оценки, необходимо учитывать и неопределенность вокруг сгенерированных возможных значений путем вычисления стандартной ошибки.

Результаты PISA-2018 показали, что баллы казахстанских учащихся находятся статистически ниже среднего по ОЭСР (Smanova, 2021) [4]. По математической грамотности (ср.= 423) баллы сравнимы с такими странами, как Румыния, Молдавия, Таиланд, Уругвай, Чили и Азербайджан (Баку). По чтению, казахстанские учащиеся показали результат (ср. = 387), сравнимый с Таиландом и Азербайджаном (Баку). По естественнонаучной грамотности страновые баллы (ср. = 397) могут быть сравнимы с учащимися Боснии и Герцеговины, Азербайджана (Баку) и Индонезии (Reña-López, 2019) [2].

Тем не менее стоит отметить, что использование простых статистических тестов или дескриптивное описание результатов, на основе статистики одной переменной не показывает комплексной картины, и не дает более полного понимания взаимозависимости между несколькими переменными. Для таких целей важно использовать статистическое моделирование, которое бы учитывало дизайн и методологию исследования PISA. В данной статье используется фактор-центричный исследовательский дизайн, при котором основная цель вычислить направление и размер одной или нескольких переменных **интереса**.

В статье используются следующие исследовательские вопросы:

- 1) Существует ли межшкольный эффект, объясняющий результаты исследования PISA-2018 по читательской, математической и естественнонаучной грамотности?
- 2) Влияет ли региональная принадлежность школы на результаты исследования PISA-2018 по читательской, математической и естественнонаучной грамотности?
- 3) Какие семейно-биографические и школьные факторы оказывают влияние на результаты по математической, читательской и естественнонаучной функциональной грамотности учащихся?

Материалы и методы

Для построения статистической модели в статье используются результаты тестирования PISA-2018 в Казахстане. В цикле 2018 года участвовало 20139 школьников из 617 учебных

заведений. Выборка представляет собой двух-этапный, стратифицированный, кластерный отбор с вероятностью пропорциональной размеру школы.

На первом этапе отбирались школы, на втором этапе фиксированное количество студентов внутри школ. Так как ввиду мультимедийного дизайна буклетов (Rutkowski, 2010) [5], отдельный ученик получает только часть доступных заданий по чтению, математике и естествознанию, методология исследования PISA не использует точечную оценку. Вместо этого на основе анкетных данных и вычисленных параметров тестовой оценочной модели происходит вычисление 10 возможных значений, которые призваны показать интервал потенциальной оценки для подгруппы или группы студентов, объединенной по определенному признаку (PISA, 2018) [1].

Для того, чтобы учесть комплексный дизайн выборки и методологию тестирования наиболее подходящей моделью статистического анализа является мультиуровневая линейная регрессия. Модель позволяет учесть внутри- и межшкольную вариативность результатов по выбранным направлениям функциональной грамотности посредством вычисления дисперсии случайных эффектов. Вместе с этим существует возможность добавления фиксированных эффектов на групповом уровне.

Основываясь на литературном обзоре для моделирования на групповом уровне, были выбраны:

- индекс социально культурно-экономического статуса,
- показатель резильентности,
- соотношение ученик-преподаватель,
- боязнь допустить ошибку,
- пропорция компьютеров, подключенных к интернету,
- пропорция учителей с высшим образованием,
- возраст учеников,
- наивысший уровень образования матери и отца,
- количество книг в доме,
- пол учеников,
- язык прохождения теста,
- размер класса,
- город-село.

Гипотеза 1. Существует статистически значимый школьный эффект, объясняющий результаты исследования PISA.

Гипотеза 2. Наряду со школьным, существует статистически значимый региональный эффект, объясняющий разницу в результатах исследования PISA.

Дескриптивная статистика для непрерывных переменных представлена в таблице 1, тогда как распределение ответов в категориальных переменных показано в таблице 2.

Таблица 1 – Средние значения и стандартные отклонения непрерывных переменных

Переменная	Среднее значение	Стандартное отклонение
СЭС	-0.28*	0.85
Боязнь допустить ошибку	-0.30*	0.87
Резильентность	-0.03*	1.0
Соотношение ученик-учитель	10.14	4.92
Доля учителей с высшим образованием (бакалавриат)	0.30	0.37
Индекс ИКТ ресурсов	-0.70*	0.82
Размер класса	4.11	2.64
Пропорция компьютеров с подключением к Интернет	0.82	0.30
Количество книг в доме	2.44	1.19

* – стандартизированные значения

Таблица 2 – Распределение ответов по категориям

Переменная	Количество ответов	
	Категория	Процент
Образование отца	Не имеется	0.09%
	ISCED 1	0.1%
	ISCED 2	5.7%
	ISCED 3B	4.3%
	ISCED 3A	46.7%
	ISCED 4	
	ISCED 5B	22.1%
Образование матери	Не имеется	0.07%
	ISCED 1	0.1%
	ISCED 2	5.2%
	ISCED 3B	3.1%
	ISCED 3A	44.7%
	ISCED 4	
	ISCED 5B	18.1%
Язык теста	Казахский	60%
	Русский	40%
Местность	Город	29.5%
	Село	70.4%
Пол	Мальчики	51%
	Девочки	49%

В целях обеспечения более понятной интерпретации, все непрерывные переменные за исключением возраста, измеряемого в рамках 12 месяцев одного года, центрированы на основе межгруппового среднего значения.

Для вычисления используется мультиуровневая модель со случайной константой, которая варьируется между школами и между региона-

ми, таким образом моделирование происходит на трех уровнях. На первом учитывается внутришкольная дисперсия результатов школьников, на втором межшкольная и на третьем межрегиональная. Для большей надежности и учета дизайна выборки исследования PISA, вместо финального веса учеников, в моделировании используются статистические веса школ. Дан-

ный подход (Mang, 2021) [6] обусловлен необходимостью учета неравных вероятностей отбора школ и более точного вычисления параметров регрессии.

Так как методология тестирования PISA использует 10 возможных значений для представления результатов, моделирование проведено с каждым из значений, с последующим усреднением коэффициентов параметров регрессии, *t*-значений и параметров дисперсии на школьном и региональном уровнях.

Анализ выполнен с помощью статистического языка программирования R, мультиуровневые регрессионные модели высчитаны с помощью библиотеки *lmer* (Mang, 2021) [6].

Обзор литературы

Несмотря на объемный, статистический анализ результатов исследования PISA, которые можно найти в открытых источниках и провести самостоятельно, существует большое количество факторов, влияющих на результаты школьников. Данное влияние представляет собой комплексный феномен, в котором помимо линейного отношения между зависимыми переменными и баллами PISA существует также и нелинейное.

В образовательной литературе выделяют ряд факторов, имеющих статистическое влияние на результаты обучающихся по математической грамотности, чтению и естествознанию. Данные факторы можно условно разделить на географические, школьные, семейно-биографические и социально-экономические. Последние три, в свою очередь, подразделяются на школьный и индивидуальный уровни.

Географические факторы. По мнению ряда ученых (Cordero-Ferrera, 2010) [7], (Agasisti, 2013) [8], анализ результатов PISA (OECD, 2021) [9] на страновом и национальном уровнях показали, что существуют четкие региональные различия в функциональной грамотности среди 15-летних учеников по всем видам функциональной грамотности. К примеру, разрыв между минимальными и максимальный баллом среди регионов Казахстана по математике, чтению и естествознанию составляет 74, 84 и 70 баллов соответственно (Smanova, 2021) [4]. Различия между регионами наблюдаются и на международном уровне. Согласно PISA-2006 в Италии региональная разница в образовательных достижениях, по всем трем направлениям, отвечает за 10%-12% дисперсии данных, в то время как в

Испании данный показатель составляет примерно 2%-3% [8]. Другим важным географическим фактором, объясняющим результаты тестирования (Echazarra, 2019) [10], является различие в образовательных возможностях между городом и селом. В PISA-2018 средняя разница в читательской грамотности между казахстанскими учениками, обучающимися в сельских и городских школах составила 62 балла (Smanova, 2021) [4].

Семейно-биографические факторы. Исследования ряда исследователей (Sun, 2012) [11], (Giambona) [12] и ОЭСР (OECD, 2019) [13] показали, что такие переменные, как возраст, пол, образование родителей, мотивация, самоэффективность и резильентность (устойчивость) обучающихся имеют статистически значимое влияние на результаты по математике, чтению и естествознанию. По мнению Агасисти и Кордеро-Ферера, студенческая устойчивость понимается, как «...возможность 15-летних учащихся из социально-экономически неблагополучного происхождения показывать результаты на определенном уровне в исследовании PISA по математике, чтению и естествознанию, которые позволяют им играть активную роль в их сообществах и подготавливает их к большинству возможностей обучения на протяжении всей жизни» (Agasisti, 2013: 8) [8, с. 4]. В Казахстане доля резильентных учеников, согласно PISA-2018, составила 16 % (Smanova, 2021) [4].

Школьные факторы включают в себя показатели качества и количества учителей, размер школьного класса, размер школы, доступ к ИКТ технологиям. Ханусбек (Hanushkek, 2006) [14], Мерони (Meroni, 2015) [15], Адитомо (Aditomo, 2020) [16] обнаружили, что традиционно, литература в области образования выделяет учителей в качестве одного из центральных факторов, положительно влияющих на качество обучения и достижений учащихся. Помимо этого, результаты исследований показывают, что размер школы и баллы по тестированию имеют U-образную форму, т.е. увеличение размера школы ведет к повышению результатов до определенного, оптимального уровня после которого происходит падение (Giambona, 2018) [12]. В среднем, по странам ОЭСР, доступ к ИКТ технологиям, таким как количество компьютеров и подключение к Интернету, имеет позитивную корреляцию с баллами по чтению (OECD, 2020) [9].

Последним важным фактором, объясняющим результаты учащихся, является социаль-

но-экономический статус школьников. Так, исследования Перри и Маккони (Perry, 2010) [17], Лэм и Жоу (Lam, 2021) [18] показывают, что на школьном и индивидуальном уровнях СЭС имеет позитивное, статистически значимое влияние на баллы по всем видам функциональной грамотности PISA

Вклад данной статьи состоит в попытке собрать основные факторы, объясняющие результаты казахстанских школьников, по таким основным направлениям исследования PISA-2018, как математика, чтение и естествознание на индивидуальном, школьном и региональном уровнях. При этом, в центр внимания ставятся географические переменные, язык теста и социально-экономические показатели школьника.

В дополнение необходимо отметить, что предыдущие исследования и анализ носили дескриптивный характер и/или проводились в рам-

ках страновых отчетов, в которых использовался статистические анализ, не в полной мере учитывающий комплексный дизайн выборки и теста PISA.

В данной статье используется мультиуровневый регрессионный анализ, учитывающий особенности двухэтапного стратифицированного, кластерного дизайна и шкалирования баллов PISA по всем трем вышеперечисленным направлениям.

Результаты

В таблице 3 представлены ноль-модели для математической, читательской и естественнонаучной грамотности 15-летних. В данных моделях вычислена только случайная константа, без включения предикторов на индивидуальном и групповых уровнях.

Таблица 3 – Процент объясненной дисперсии на школьном и региональном уровнях в ноль-моделях

Уровень	Взвешенные данные			Сырые данные		
	Математика	Чтение	Естествознание	Математика	Чтение	Естествознание
Школа	4%	5.5%	5.3%	24.3%	27.4%	27.7%
Регион	1%	2%	1.6%	5.6%	9.5%	7.9%

Статистическая значимость параметров дисперсии проверена с помощью бутстрэпа стандартных ошибок. Все коэффициенты статистически отличны от нуля.

Случайные эффекты константы, варьирующейся между школами и между регионами, показывают, что школьный уровень объясняет значительно больший процент дисперсии результатов тестирования нежели чем региональный. По всем трем направлениям процент объясненной дисперсии на школьном уровне как минимум в 2.5 раза больше, чем процент дисперсии на региональном уровне. При этом процент объясненной дисперсии на региональном уровне статистически отличен от нуля.

При использовании полного набора факторов статистическое моделирование показывает следующие результаты (таблица 3). Для категориальных переменных бета коэффициенты указывают на то, что школьники, прошедшие тест на русском языке, имеют в среднем более высокие результаты по всем трем направлениям (18, 52 и 50 баллов выше) чем школьники, прошедшие тест на казахском языке.

В зависимости от местности проживания школьники, учащиеся в городах, набрали на 15,

21 и 20 баллов больше, чем школьники сельской местности. Мальчики набрали более высокие баллы чем девочки по математике (5.09), но показали более низкие результаты по чтению (-23) и естествознанию (-4.4). Что касается непрерывных переменных, то социально-экономический статус учащегося играет важную роль, так с повышением СЭС на одно стандартное отклонение от средней, учащиеся набирают в среднем, на 9, 10.5 и 8.3 баллов больше по математике, чтению и естествознанию соответственно.

Неожиданный результат показывает влияние уровня родительского образования на баллы по всем трем направлениям, можно отметить статистически значимый негативный эффект, с повышением уровня образования отца и матери. Противовесом СЭС служит резильентность 15-летних, более высокая резильентность влияет на более высокие баллы по всем видам функциональной грамотности (5.8, 5.7, 5.2 баллов). Такой же положительный эффект можно отметить и во влиянии переменной «количество книг». Так, к

примеру с увеличением количества книг в доме с 0-10 на 11-25, результаты показывают увеличение баллов по математике на 4.8 баллов, по чтению на 3.91 баллов и естествознанию на 4.53 баллов.

Результаты моделирования также указывает на статистически значимый эффект возраста учащихся. Несмотря на то, что учащиеся, принявшие участие в PISA-2018, являются ровесниками, однако в рамках одного года ученики, родившиеся на месяц раньше, в среднем имеют на 0.78 балла больше по математике, 0.80 балла по чтению и 0.55 балла по естествознанию.

В дополнение к этому увеличение боязни допустить ошибку у школьников ведет к худшим результатам по математике и чтению (-3, -2), по естествознанию данный показатель не имеет статистической значимости. По всем трем направлениям, повышение соотношения количества учителей и учеников ведет к понижению результатов на 1.6, 1.24, и 1.7 баллов. Говоря об ИКТ факторах, необходимо отметить статисти-

чески значимый, негативный эффект ИКТ ресурсов, повышение индекса на одну единицу выше среднего значения, ведет к понижению результатов по математике на 2.8 баллов.

По другим направлениям статистически значимый эффект данной переменной не наблюдается. В то же время, на школьном уровне, увеличение пропорции компьютеров с интернет-подключением повышает баллы по математике, чтению и естествознанию на 15.6, 14.1 и 13 баллов соответственно. Стоит отметить, что во всех трех моделях доля учителей с высшим образованием, а также размер класса не показывают эффекта на баллы тестирования PISA-2018.

Обсуждение

Для учета комплексного дизайна и методологии исследования была использована (таблица 4) мультиуровневая линейная регрессия со случайной константой, варьирующейся на школьном и региональном уровнях.

Таблица 4 – Мультиуровневые модели (с использованием школьного веса)

Переменная	Математика (<i>t</i> -значение)	Чтение (<i>t</i> -значение)	Естествознание (<i>t</i> -значение)
Константа	450.25 (57.8)	412.03 (65.45)	405.16 (66.79)
СЭС	9.03 (7.62)	10.46 (11.08)	8.31 (8.66)
Боязнь допустить ошибку	-2.91 (-4.12)	-2.01 (-3.57)	-1.19 (-2.09)
Резильентность	5.82 (9.77)	5.71 (12.02)	5.21 (10.79)
Соотношение ученик-учитель	-1.58 (-3.35)	-1.24 (-3.36)	-1.67 (-4.33)
Доля учителей с высшим образованием (бакалавриат)	2.50 (0.43)	-2.46 (-0.54)	-1.16 (-0.24)
Индекс ИКТ ресурсов	-2.82 (-3.14)	-1.21 (-1.69)	-1.48 (-2.04)
Размер класса	-0.3 (-0.37)	-0.36 (-0.58)	-0.5 (-0.77)
Пропорция компьютеров с подключением к Интернет	15.64 (2.36)	14.09 (2.71)	12.97 (2.39)
Образование отца	-3.18 (-4.45)	-3.04 (-5.33)	-3.43 (-5.93)
Образование матери	-4.55 (-6.71)	-4.50 (-8.32)	-2.98 (-5.42)
Количество книг в доме	4.81 (8.13)	3.91 (8.29)	4.53 (9.47)
Язык теста (русский)	18.0 (9.12)	51.94 (33.04)	49.68 (31.04)
Возраст	-0.78 (-4.42)	-0.80 (-5.65)	-0.55 (-3.86)
Местность (город)	15.06 (3.06)	21.18 (5.51)	20.03 (4.98)
Пол (мальчики)	5.09 (4.22)	-23.21 (-24.15)	-4.40 (-4.51)

Результаты показали, что школьный уровень объясняет значительно больший процент дисперсии, чем региональный уровень. Другими словами, полученные данные подтверждают наличие неравенства достижений учащихся в образовательной системе на школьном и региональном уровнях.

На международном уровне исследования показали, что некоторые страны ОЭСР имеют высокий уровень гомогенности образовательной системы. Так, к примеру, мультиуровневое моделирование результатов PISA-2006 показало высокий уровень гомогенности результатов на

школьном уровне и статистически не значимый эффект на региональном уровне в Испании, свидетельствующий о равном уровне предоставляемого образования (Agasisti, 2013) [8].

Говоря о факторах, влияющих на баллы тестирования можно отметить, что большинство из полученных результатов сходятся с выводами международных исследований. Тем не менее, стоит отметить высокую разницу в результатах в городском-сельском разрезе в пользу городских учащихся, а также в разрезе языка обучения. Довольно высокую разницу в пользу девочек показала переменная пола учащихся по чтению. Такой результат не является уникальным для теста по чтению.

В частности, Торппа (Torppa, 2018) [19], Боргонови и Монтт (Borgonovi, 2012) [20] показали, что даже с учетом медиаторов и подходу к чтению гендерные различия в Финляндии в навыках функциональной грамотности являются статистически значимыми. В то же время в STEM дисциплинах результаты данной статьи подтверждают наличие небольшой разницы в баллах в пользу мальчиков. В дополнении к этому, по всем трем направлениям, образование матери и отца отрицательно влияет на результаты тестирования. Данный вывод идет в разрез с международным опытом, который говорит о положительном влиянии родительского уровня образования на достижения учащихся.

Заключение

В данной статье был проведен статистический анализ влияния географических, биографи-

ческих и социально-экономических факторов на результаты тестирования функциональной грамотности PISA-2018.

Несмотря на большое количество проанализированных факторов, исследование PISA предлагает большое количество данных, нерассмотренных в данной статье. Особого внимания требует использование данных не только цикла 2018 года, но также и будущих, и предыдущих циклов, начиная с 2009 года. Интересной попыткой исследования является анализ устойчивых факторов неравенства на протяжении 10-14 лет развития системы образования в РК. Также необходимо дальнейшее изучение языковой разницы и влияния общепринятой типологии школ на результаты тестирования.

С технической точки зрения, в данной статье использовалась базовая модель мультиуровневной регрессии со случайной константой, будущие попытки могут быть сконцентрированы на использовании более комплексных моделей, которые включают в себя случайные наклонные, а также проведение медиационного анализа, для выявления среднего контролируемого чистого эффекта и среднего контролируемого медиационного эффекта переменных интереса.

Благодарность

Данная статья подготовлена в рамках реализации научно-технической программы №OR11465485 и авторы выражают благодарность Комитету науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан за предоставленное финансирование.

Литература

1. PISA: Technical Report. 2018. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/>
2. Peña-López, I., et al. PISA 2018 Results. What Students Know and Can Do. 2019. Retrieved from <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm>
3. Susilowati, N. E., et al. PISA 2021 Creative Thinking Instrument for Students: Physics Teachers' Perceptions // Indonesian Journal of Science and Mathematics Education. 2022. V.5(2). - P. 194-209.
4. Smanova, N. Can We Overcome the Achievement Gap between Urban and Rural Students in Kazakhstan through School Resources: Evidence from PISA 2018 // In ICEMT 2021: 2021 5th International Conference on Education and Multimedia Technology (pp. 321-326). Association for Computing Machinery, New York, NY, United States. 2021. <https://doi.org/10.1145/3481056.3481064>
5. Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M., von Davier, M. International large-scale assessment data: Issues in secondary analysis and reporting // Educational Researcher. 2010. V.39(2). P. 142–151. <https://doi.org/10.3102/0013189X10363170>
6. Mang, J., Küchenhoff, H., Meinck, S., Prenzel, M. Sampling weights in multilevel modelling: an investigation using PISA sampling structures // Large-Scale Assessments in Education. 2021. V. 9(1). P.1-39. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00099-0>
7. Cordero Ferrera, J. M., Crespo-Cebada, E., Santin Gonzalez, D. Factors affecting educational attainment: evidence from Spanish PISA 2006 Results // Regional and Sectoral Economic Studies, 2010. V.10(3). P. 55-76.
8. Agasisti, T., Cordero-Ferrera, J. M. Educational disparities across regions: A multilevel analysis for Italy and Spain // Journal of Policy Modeling, 2013. V.35(6). P.1079-1102. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2013.07.002>

9. OECD. PISA 2018 Results (Volume V): Effective Policies, Successful Schools. OECD. 2020. Publishing. <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en>.
10. Echazarra, A., Radinger, T. Learning in rural schools: Insights from PISA, TALIS and the literature. OECD Education Working Papers, No. 196, OECD, 2019. Publishing. <https://doi.org/10.1787/8b1a5cb9-en>.
11. Sun, L., Bradley, K. D., Akers, K. A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong sample // *International Journal of Science Education*, 2012. V.34(14). P. 2107-2125. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.708063>
12. Giambona, F., Porcu, M. School size and students' achievement. Empirical evidence from PISA survey data. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2018. V.64. P. 66-77.
13. OECD. PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives. OECD. 2019. Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>.
14. Hanushek, E. A., Rivkin, S. G. Teacher quality // *Handbook of the Economics of Education*, 2006. V.2. P. 1051-1078.
15. Meroni, E. C., Vera-Toscano, E., Costa, P. Can low skill teachers make good students? Empirical evidence from PIAAC and PISA // *Journal of Policy Modeling*, 2015. No 37(2), 308-323. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2015.02.006>
16. Aditomo, A., Köhler, C. Do student ratings provide reliable and valid information about teaching quality at the school level? Evaluating measures of science teaching in PISA 2015 // *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 2020. No 32. P. 275–310. <https://doi.org/10.1007/s11092-020-09328-6>
17. Perry, L. B., McConney, A. Does the SES of the school matter? An examination of socioeconomic status and student achievement using PISA 2003 // *Teachers College Record*, 2010. No112(4). P.1137-1162. <https://doi.org/10.1177/01614681101120040>
18. Lam, S. M., Zhou, Y. SES-achievement gaps in East Asia: Evidence from PISA 2003–2018 // *The Asia-Pacific Education Researcher*. 2021. P.1-20. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00620-7>
19. Torppa, M., Eklund, K., Sulkunen, S., Niemi, P., Ahonen, T. Why do boys and girls perform differently on PISA Reading in Finland? The effects of reading fluency, achievement behavior, leisure reading and homework activity // *Journal of research in reading*. 2018. V.41(1). P.122-139. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12103>
20. Borgonovi, F., Montt. Parental Involvement in Selected PISA Countries and Economies // *OECD Education Working Papers*, 73. OECD. 2012. Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k990rk0jsjj-en>

References

- Aditomo, A., & Köhler, C. (2020). Do student ratings provide reliable and valid information about teaching quality at the school level? Evaluating measures of science teaching in PISA 2015. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 32, 275–310. <https://doi.org/10.1007/s11092-020-09328-6>
- Agasisti, T., & Cordero-Ferrera, J. M. (2013). Educational disparities across regions: A multilevel analysis for Italy and Spain. *Journal of Policy Modeling*, 35(6), 1079-1102. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2013.07.002>
- Borgonovi, F., & Montt. (2012). Parental Involvement in Selected PISA Countries and Economies. OECD Education Working Papers, 73, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k990rk0jsjj-en>
- Cordero Ferrera, J. M., Crespo-Cebada, E., & Santin Gonzalez, D. (2010). Factors affecting educational attainment: evidence from Spanish PISA 2006 Results. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 10(3), 55-76.
- Echazarra, A., & Radinger, T. (2019). Learning in rural schools: Insights from PISA, TALIS and the literature. OECD Education Working Papers, No. 196, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/8b1a5cb9-en>.
- Giambona, F., & Porcu, M. (2018). School size and students' achievement. Empirical evidence from PISA survey data. *Socio-Economic Planning Sciences*, 64, 66-77.
- Hanushek, E. A., & Rivkin, S. G. (2006). Teacher quality. *Handbook of the Economics of Education*, 2, 1051-1078.
- Lam, S. M., & Zhou, Y. (2021). SES-achievement gaps in East Asia: Evidence from PISA 2003–2018. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s40299-021-00620-7>
- Mang, J., Küchenhoff, H., Meinck, S., & Prenzel, M. (2021). Sampling weights in multilevel modelling: an investigation using PISA sampling structures. *Large-Scale Assessments in Education*, 9(1), 1-39. <https://doi.org/10.1186/s40536-021-00099-0>
- Meroni, E. C., Vera-Toscano, E., & Costa, P. (2015). Can low skill teachers make good students? Empirical evidence from PIAAC and PISA. *Journal of Policy Modeling*, 37(2), 308-323. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2015.02.006>
- OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>.
- OECD. (2020). PISA 2018 Results (Volume V): Effective Policies, Successful Schools. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en>.
- Peña-López, I., et al. (2019). PISA 2018 Results. What Students Know and Can Do. Retrieved from <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-results-volume-i-5f07c754-en.htm>
- Perry, L. B., & McConney, A. (2010). Does the SES of the school matter? An examination of socioeconomic status and student achievement using PISA 2003. *Teachers College Record*, 112(4), 1137-1162. <https://doi.org/10.1177/01614681101120040>
- PISA: Technical Report. (2018). Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/>
- Rutkowski, L., Gonzalez, E., Joncas, M., & von Davier, M. (2010). International large-scale assessment data: Issues in secondary analysis and reporting. *Educational Researcher*, 39(2), 142–151. <https://doi.org/10.3102/0013189X10363170>

Smanova, N. (2021). Can We Overcome the Achievement Gap between Urban and Rural Students in Kazakhstan through School Resources: Evidence from PISA 2018. In ICEMT 2021: 2021 5th International Conference on Education and Multimedia Technology (pp. 321-326). Association for Computing Machinery, New York, NY, United States. <https://doi.org/10.1145/3481056.3481064>

Sun, L., Bradley, K. D., & Akers, K. (2012). A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong sample. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2107-2125. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.708063>

Susilowati, N. E., et al. (2022). PISA 2021 Creative Thinking Instrument for Students: Physics Teachers' Perceptions. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 194-209.

Torppa, M., Eklund, K., Sulkunen, S., Niemi, P., & Ahonen, T. (2018). Why do boys and girls perform differently on PISA Reading in Finland? The effects of reading fluency, achievement behavior, leisure reading and homework activity. *Journal of research in reading*, 41(1), 122-139. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12103>