

Мотивация учащихся к изучению естественных наук: межстрановой анализ взаимосвязи с уровнем естественно-научной грамотности

Гетман А.В.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5291-3923>, e-mail: agetman@hse.ru

Керша Ю.Д.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4481-380X>, e-mail: ykersha@hse.ru

Косарецкий С.Г.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-8983>, e-mail: skosaretski@hse.ru

В работе представлены результаты сравнительного исследования мотивации учащихся к изучению естественных наук в России и странах-лидерах в области естествознания. Изучалась сила взаимосвязи различных видов мотивации с уровнем естественно-научной грамотности. Анализ проводился на данных международного исследования PISA-2015, представленного репрезентативной выборкой 15-летних подростков (N=6036). Выявлена значимая связь всех видов мотивации с уровнем естественно-научной грамотности практически во всех исследуемых странах. При этом, несмотря на высокие средние значения показателя внутренней мотивации — наиболее сильного предиктора достижений в других странах — у российских учащихся прирост в результатах PISA по естествознанию, связанный с изменением этого типа мотивации, оказался наименьшим. В свою очередь, при повышении мотивации, ориентированной на академические достижения, у российских школьников наблюдается один из наиболее заметных приростов в результатах. Для инструментальной мотивации выявлен нелинейный характер взаимосвязи с результатами PISA — наиболее высокие достижения по естествознанию показывают учащиеся с самым высоким и низким уровнем этого типа мотивации. В заключение работы обсуждаются потенциальные перспективы использования разных видов программ повышения мотивации и достижений.

Ключевые слова: мотивация, естественно-научная грамотность, школьное образование, межстрановое исследование, PISA.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 19-29-14190.

Для цитаты: Гетман А.В., Керша Ю.Д., Косарецкий С.Г. Мотивация учащихся к изучению естественных наук: межстрановой анализ взаимосвязи с уровнем естественно-научной грамотности // Психологическая наука и образование. 2020. Том 25. № 6. С. 77—87. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2020250607>

Students' Science Motivation: A Cross-Country Analysis of the Relationship with the Science Literacy Level

Anastasia V. Getman

Institute of Education, National Research University Higher School
of Economics, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5291-3923>, e-mail: agetman@hse.ru

Yulia D. Kersha

Institute of Education, National Research University Higher School
of Economics, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4481-380X>, e-mail: ykersha@hse.ru

Sergey G. Kosaretsky

Institute of Education, National Research University Higher School
of Economics, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-8983>, e-mail: skosaretski@hse.ru

The paper presents results of a comparative study of motivation for studying science in Russia and leading countries in science education. We explored the relationship and its strength between various types of motivation and the level of science literacy. The analysis was based on the data of the international study PISA-2015, represented by a sample of 15-year-olds (N = 6036). We found a significant positive correlation between intrinsic and achievement motivation and the level of science literacy almost in all analysed countries. At the same time, in case of intrinsic motivation — which is the strongest predictor for achievement in other countries — the increase in PISA results was lower for Russian students. On the other side, with an increase in motivation focused on academic achievement, Russian students have one of the most noticeable increases in results in comparison with leading countries. The nonlinear nature of the relationship between instrumental motivation and the PISA results for Russian students was also revealed — students with the highest and lowest levels of this type of motivation show the best results. The potential prospects of using different kinds of programs for raising motivation and achievement are discussed.

Keywords: motivation, science literacy, school education, cross-country research, PISA.

Funding. The reported study was funded by RFBR, project number 19-29-14190.

For citation: Getman A.V., Kersha Yu.D., Kosaretsky S.G. Students' Science Motivation: A Cross-Country Analysis of the Relationship with the Science Literacy Level. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological Science and Education*, 2020. Vol. 25, no. 6, pp. 77—87. DOI: <https://doi.org/10.17759/pse.2020250607> (In Russ.)

Введение

Производство и эффективное использование научных знаний — ключевое условие благополучия человечества, его способности успешно отвечать на большие вызовы. Высокий темп освоения знаний в области естественных наук для создания новых технологий — важнейший фактор, определяющий конкурентоспособность национальной экономики и безопасность страны.

Естественно-научное образование является центральным элементом экономики знаний [23]. Качество образования в области естественных наук непосредственно связано с прогрессом в развитии науки в большинстве стран. По этой причине развитые страны прилагают немало усилий для создания эффективной системы естественно-научного образования, начиная со школьного уровня [23]. Кроме того, они ставят задачу поддержки мотивации учащихся к изучению естественных наук и развитию их талантов в этой области [8].

Естественно-научная грамотность — одна из трех областей внимания международного исследования PISA — признанного инструмента сравнительной оценки конкурентоспособности национальных систем образования. PISA измеряет навыки использования 15-летними подростками научных знаний. Результаты российских школьников в исследованиях естественно-научной грамотности PISA на протяжении нескольких циклов находятся на низком уровне, что вызывает обоснованное беспокойство [4]. По результатам исследования PISA-2018, достижения россиян в этой области ниже, чем по математической и читательской грамотности [1].

Повышение уровня естественно-научной грамотности российских школьников — приоритетная задача, в том числе в контексте цели Национального проекта «Образование» — вхождение России в число 10 стран с наиболее

высоким качеством общего образования. Поиск резервов роста качества естественно-научного образования — важное направление исследовательской и аналитической работы. В качестве одного из наиболее важных факторов не только для формирования естественно-научной грамотности, но и привлечения школьников в профессии данной предметной области позиционируются интерес и мотивация к изучению естествознания. [7; 11; 17]. В международном контексте разрабатываются и внедряются специализированные программы и проекты, направленные на повышение мотивации как в сфере естествознания, так и в других школьных предметах [14; 15; 25; 26]. Однако не всегда повышение мотивации оказывается связанным с улучшением академических результатов, особенно для естествознания [22].

В целом взаимосвязь учебной мотивации с академическими результатами изучена достаточно хорошо во многих исследовательских работах. Менее проработанным является вопрос об особенностях структуры мотивации и силе взаимосвязи отдельных видов мотивации с учебными достижениями в различных условиях. Открытым является вопрос, какие именно контекстные характеристики связаны с различающейся силой эффекта мотивации на достижения.

Между тем имеющиеся работы свидетельствуют о перспективе данного направления исследовательского поиска. Например, исследование, посвященное кросс-культурным сравнениям некогнитивных конструкторов в мониторингах TIMSS и PISA, показало наличие положительной связи мотивации (инструментальной и интереса к предмету) с результатами PISA в большинстве включенных в анализ стран [13]. Что более важно, сила взаимосвязи этих двух конструкторов с академическими достижениями оказалась неодинаковой в разных странах. Мотивация сильнее связана с достижениями PISA

в таких странах, как Корея, Ирландия и Австралия, и в меньшей степени — в Аргентине и Чили. Исследователи предполагают, что силу этой взаимосвязи может определять социально-экономическое развитие стран. В свою очередь, подобные различия в силе связи в зависимости от странового контекста свидетельствуют о том, что в разных странах рост достижений с помощью повышения мотивации может быть неодинаковым: программы по повышению мотивации учащихся будут более эффективны в странах, где сила взаимосвязи выше.

Другое исследование на данных PISA, посвященное сравнению азиатских и западных стран, показало важность инструментальной мотивации в зависимости от культурного контекста. Для стран Запада была выявлена значимая положительная связь мотивации и достижений, в то время как в странах Азии взаимосвязь не была подтверждена [20]. Внутренняя мотивация, наоборот, предсказывала увеличение баллов для азиатских стран, а для выборки западных стран результаты не были столь согласованными.

Еще одним фактором, отвечающим за различия в силе связи между мотивацией и академическими достижениями в области естествознания, может быть непосредственно уровень последних. Было выявлено, что прирост в результатах при изменении мотивации оказывается выше для школьников, демонстрирующих низкий уровень естественно-научной грамотности. То есть эффект интервенций по повышению достижений через мотивацию должен быть выше среди тех, кто показывает низкие академические результаты в естествознании [12]. Это же может относиться и к средним показателям школьников по странам: там, где средние баллы учащихся по естествознанию ниже, программы повышения мотивации могут работать эффективнее.

Наиболее перспективными для изучения дифференцированного эффекта мотивации на академические достижения являются масштабные сравнительные международные исследования качества образования, в особенности PISA, включающие мотивацию в состав измеряемых факторов академических достижений среди нескольких стран [16]. Следует отметить, что в имеющихся исследованиях

причин отставания российских школьников по уровню естественно-научной грамотности вопросы мотивации и потенциал ее повышения пока не попадали в фокус внимания [4; 6]. Какова сила связи разных видов мотивации с достижениями российских школьников в области естественно-научной грамотности PISA и в какой мере повышение отдельных видов мотивации потенциально может способствовать росту образовательных результатов — остается пока неизвестным. Ответы на эти вопросы помогут более обоснованно выбирать программы по повышению мотивации для роста естественно-научной грамотности в стране.

Таким образом, в данной работе проводится сравнительный межстрановой анализ на данных исследования PISA-2015 с целью изучения взаимосвязи различных видов мотивации с академическими результатами. Сравнение будет проведено между Россией и странами с наиболее высоким качеством естественно-научного образования.

В данной работе мы стремимся получить ответы на следующие исследовательские вопросы:

1. Как различаются средние показатели мотивации по данным PISA в России и в странах-лидерах в области естественных наук?
2. Как связаны результаты PISA по естественно-научной грамотности с уровнем различных видов мотивации учащихся в России и группе стран-лидеров?
3. Как различается сила взаимосвязи различных видов мотивации с результатами PISA по естественно-научной грамотности в России и группе стран-лидеров?

Методология исследования

Для измерения уровня мотивации учащихся были использованы данные сравнительного международного исследования PISA-2015. В 2015 году естественно-научная грамотность и организация образования 15-летних школьников в области естественных наук были в фокусе исследования. По этой причине в анкеты был включен блок вопросов, позволяющих оценить ряд аспектов, связанных с изучением естественно-научных дисциплин, в том числе и мотивацию.

Анализ проводился в два этапа. На первом этапе был проведен анализ с расчетом описательной статистики по России и странам-ли-

дерам. На втором этапе проводился межстрановой многоуровневый регрессионный анализ связи результатов PISA по естествознанию с мотивацией учащихся. Для анализа были отобраны страны-лидеры в естественных науках, которые являются основными конкурентами России: Китай, США, Япония, Канада, Великобритания, Германия, Эстония. Критериями отбора стран выступили результаты PISA по естествознанию — выше среднего по странам-участникам исследования [19], а также совокупная публикационная активность в области естественных наук — первая десятка стран [5].

В построенных регрессионных моделях в качестве зависимой переменной выступали баллы PISA-2015 по естествознанию, а независимыми переменными были стандартизированные индексы трех видов мотивации учащихся, измеряемых в PISA: инструментальной мотивации; мотивации, ориентированной на академические достижения; мотивации, выраженной через интерес к изучению естественных наук. Индексы каждого из видов мотивации составлялись на основе блока вопросов. Индекс инструментальной мотивации был составлен из 4 вопросов анкеты PISA, связанных с желанием учащихся строить карьеру в области естественных наук. Индекс мотивации, ориентированной на достижения, был составлен из 5 вопросов анкеты, где учащиеся указывали, хотят ли они учиться лучше всех в классе по большинству предметов, считают ли они себя амбициозными и нацеленными на поиск лучших возможностей после выпуска из учебного заведения. Индекс мотивации, направленной на определение интереса учащихся к углубленному изучению естественных наук, был составлен на базе 5 вопросов анкеты, показывающих желание учащихся углубленно изучать дисциплины естественно-научного цикла, а также получать удовольствие от изучения естественно-научных материалов «продвинутого» уровня. Более подробно методика расчета индексов отражена в технической документации PISA [18]. Стоит отметить, что данные индексы являются сопоставимыми в разных странах и имеют хорошие психометрические показатели, доказывающие высокое качество инструмента [13; 18].

В качестве контрольных переменных в моделях использовались социально-демогра-

фические характеристики учащихся: пол, размер населенного пункта проживания (города-миллионники взяты за референтную группу), индекс социально-экономического и культурного статуса семьи. Также учитывалась характеристика размера школы, выраженная общим количеством учащихся.

Результаты

Для ответа на первый исследовательский вопрос был проведен описательный анализ по трем видам мотивации среди России и семи стран-лидеров в естественно-научном образовании (см. таблицу). Результаты расчетов показывают, что в среднем мотивация российских школьников к естествознанию даже выше, чем в некоторых странах-лидерах, от которых Россия значительно отстает в баллах PISA. Наиболее высокие показатели у россиян в сопоставлении с другими странами по инструментальной мотивации — учащиеся значимо опережают сверстников из Германии, Японии и Эстонии. Что касается мотивации на достижения и интереса к предмету, то представители России оказываются более мотивированными, чем школьники в Германии и Японии.

Результаты многоуровневого регрессионного анализа в каждой из стран представлены в виде изменения баллов PISA при росте разных видов мотивации на одно стандартное отклонение (см. рис. 1). Проведенный анализ показал, что исследуемые виды мотивации связаны с академическими достижениями PISA по естествознанию неодинаково, а сила взаимосвязи различается в России и странах-лидерах.

Баллы PISA-2015 по естествознанию почти во всех странах оказались отрицательно связаны с инструментальной мотивацией. Исключением стала только Великобритания, где повышение данного типа мотивации связано с небольшим увеличением баллов тестирования. Другие виды мотивации, связанные с академическими достижениями и интересом к изучению естественных наук, наоборот, положительно связаны с баллами по естествознанию во всех рассматриваемых странах, что означает прирост в результатах при увеличении мотивации.

Наибольшую взаимосвязь с академическими достижениями в естествознании показывает интерес к изучению предметов естественно-на-

учного цикла. В России тем не менее данная взаимосвязь по сравнению с другими странами является одной из наиболее слабых. Другими словами, повышение интереса к изучению естествознания для российских учащихся связано с меньшим приростом баллов PISA, нежели для представителей других стран. Например, при прочих равных рост интереса к естественным наукам связан с повышением PISA в 13 баллов для российских школьников и более 20 баллов

в США, Канаде, Эстонии и Германии. Лидером в данном вопросе является Великобритания с приростом в 27 баллов, что вдвое превышает показатели России. Примечательно, что при этом в России не самый низкий средний уровень интереса учащихся к изучению естествознания. Тем не менее даже в странах с более низким интересом к естествознанию в целом (Япония и Германия) сила его связи с баллами PISA оказывается значительно выше, чем в России.

Таблица

Описательная статистика (Россия и страны-лидеры)

	N	Балл PISA (естествознание)		Инструментальная мотивация — индекс		Мотивация (академические достижения) — индекс		Мотивация (интерес к предмету) — индекс	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Россия	6036	486,6	84	0,24	0,84	-0,08	0,88	0,01	0,94
Канада	20058	527,7	91,6	0,47	0,97	0,32	0,99	0,35	1,14
Германия	6504	509,1	98,5	-0,24	1,03	-0,38	0,9	-0,16	1,21
Эстония	5587	534,2	88,4	0,19	0,81	-0,02	0,86	0,17	1,01
Великобритания	14157	509,2	96,6	0,37	0,98	0,46	0,93	0,13	1,08
Япония	6647	538,4	93,6	-0,02	1,03	-0,51	1,01	-0,32	1,15
США	5712	496,2	97,5	0,32	0,93	0,66	0,94	0,23	1,06
Китай	9841	517,7	99	0,52	0,77	0,18	0,87	0,4	0,9

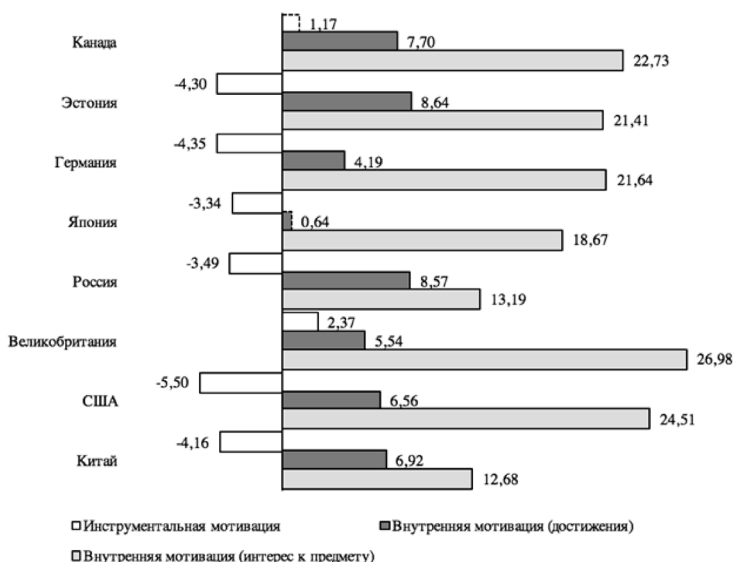


Рис. 1. Изменение баллов PISA по естествознанию при росте разных видов мотивации (результаты регрессионного анализа)

В случае мотивации, ориентированной на академические достижения, у российских школьников наряду с эстонскими заметен наибольший прирост в результатах. Выделяется на фоне других стран только Япония, в которой отсутствует значимая взаимосвязь данного типа мотивации и естественно-научной грамотности.

Стоит отметить, что при попытке выявить причины отрицательной взаимосвязи инструментальной мотивации с результатами PISA для российской выборки была обнаружена нелинейность данной связи (см. рис. 2). Наиболее высокие достижения по естествознанию показывают учащиеся с самым высоким и низким уровнем этого типа мотивации. Этим обусловлен незначительный разрыв в результатах учащихся с высокой и низкой мотивацией: разница в достижениях групп 10% учащихся с наиболее высокой и наиболее низкой мотивацией к построению карьеры в естественно-научной сфере составляет менее 1 балла. В то же время при среднем уровне инструментальной мотивации результаты учащихся в PISA-2015 могут быть более низкими. Из-за такого типа взаимосвязи при моделировании линейной модели был получен отрицательный коэффициент. Однако, как видно из результатов дополнительного

анализа, связь инструментальной мотивации с академическими достижениями оказалась сложнее и имеет нелинейную форму.

Таким образом, наличие в большинстве случаев положительной взаимосвязи внутренней мотивации с результатами PISA позволяет считать, что повышение уровня мотивации может быть потенциальным направлением в работе по росту естественно-научной грамотности школьников. В данном исследовании вопрос о фактической причинно-следственной связи мотивации с достижениями не затрагивается. Тем не менее слабая взаимосвязь интереса к предмету и уровня естественно-научной грамотности в России побуждает искать ответ на вопрос о путях и препятствиях конвертации ресурса данного вида мотивации в академические результаты.

Выводы

Данное исследование позволило выявить особенности связи между различными видами мотивации учащихся к изучению естествознания и достижениями в области естественно-научной грамотности PISA в России и странах-лидерах в области естественных наук. Полученные результаты могут иметь значение в контексте дискуссии о потенциальных способах роста образовательных результатов.

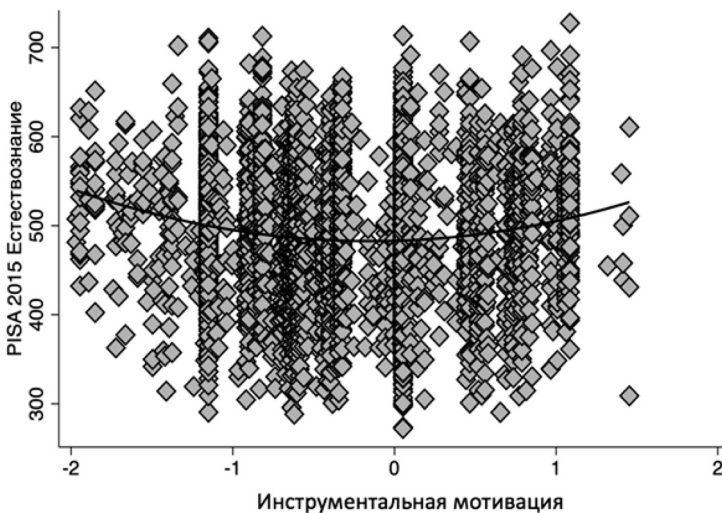


Рис. 2. Связь баллов PISA-2015 по естествознанию и инструментальной мотивации (Россия)

Проведенный анализ показал, что внутренняя мотивация значимо связана с образовательными результатами учащихся как в России, так и в странах-естественно-научных лидерах. В проанализированных странах именно интерес к предмету оказался сильнее всего связан с ростом баллов в PISA. Это соответствует исследованиям, подтверждающим, что единственным стабильным фактором достижений среди всех видов мотивации является именно интерес к предмету [24]. При этом у российских учащихся увеличение данного вида мотивации в среднем связано с гораздо меньшим приростом образовательных результатов по сравнению с общепризнанными странами-лидерами в области естественных наук. Даже в странах, где интерес к изучению естествознания ниже, чем в России, школьники тем не менее получают больший результат от повышения мотивации.

Выявленная особенность интересна тем, что при низких академических достижениях предполагалась более сильная взаимосвязь с мотивацией, чем в случае высоких достижений [12]. Это вызывает вопросы о том, что именно препятствует повышению естественно-научной грамотности российских школьников при наличии интереса к предмету и перспектив роста баллов. Одним из вероятных объяснений является устаревшее содержание российских программ образования в области естественных наук. Существующие программы и пособия мало ориентированы на применение знаний и умений учащихся для решения конкретных задач и не содержат исследовательского и экспериментального компонентов, необходимых для успешного освоения материала [1;

2; 3]. В этом плане изучение связи внутренней мотивации с содержанием программ и практик преподавания естественных наук может быть перспективным для подбора эффективных программ улучшения результатов.

Одновременно с этим в России была обнаружена одна из самых сильных взаимосвязей между естественно-научной грамотностью и мотивацией, ориентированной на академические достижения. Это делает актуальным проведение экспериментальных исследований для оценки потенциальной возможности влияния программ повышения именно данного вида мотивации на рост естественно-научной грамотности в российском контексте.

В обоих случаях внимания заслуживает изучение связи уровня мотивации и достижений с дополнительными занятиями естественными науками. Их роль уже известна по ряду экспериментальных исследований [9; 10; 27]. Сектор дополнительного образования характеризуется обширными возможностями применения интерактивных средств обучения, использования оборудования для естественно-научных экспериментов и исследований, наличием большого числа конкурсных мероприятий, что может компенсировать недостаток практикоориентированности школьных занятий. Программы повышения мотивации на основе использования цифровой среды также показывают хорошие результаты применения [15; 21]. В условиях роста масштаба государственной поддержки дополнительного образования и цифровизации образования в целом оценки сравнительной эффективности тех или иных подходов позволят сделать инвестиции более эффективными.

Литература

1. В каком направлении развивается российская система общего образования? (по результатам международной программы PISA-2018) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.centeroko.ru/public.html> (дата обращения: 20.06.2020).
2. Ковалёва Г.С. Результаты международного исследования PISA: качество образования // Школьные технологии. 2011. № 4. С. 193—200.
3. Образовательные результаты и социальное неравенство в России / Капуза А.В. [и др.] // Вопросы образования. 2017. № 4. С. 10—35. DOI:10.17323/1814-9545-2017-4-10-35
4. Результаты международного сравнительного исследования PISA в России / Ковалева Г.С. [и др.] // Вопросы образования. 2004. № 1. С. 138—180.
5. Россия в рейтинге стран по публикационной активности ученых: естественные и точные науки [Электронный ресурс]. URL: <https://issek.hse.ru/news/221554522.html> (дата обращения: 20.06.2020).
6. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA / Пентин А.Ю. [и др.] // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79—109. DOI:10.17323/1814-9545-2018-1-79-109

7. *Aeschlimann B., Herzog W., Makarova E.* How to foster students' motivation in mathematics and science classes and promote students' STEM career choice. A study in Swiss high schools // *International Journal of Educational Research*. 2016. Vol. 79. P. 31—41. DOI:10.1016/j.ijer.2016.06.004
8. *Chandrasena W. et al.* Seeding Science Success: Psychometric Properties of Secondary Science Questionnaire on Students' Self-Concept, Motivation, and Aspirations // *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*. 2014. Vol. 14. P. 186—201.
9. *Eastwell P., Rennie L.A.* Using Enrichment and Extracurricular Activities to Influence Secondary Students' Interest and Participation in Science // *Science Education Review*. 2002. Vol. 1. No. 4.
10. *Fenichel M. et al.* Surrounded by sciencelearning science in informal environments. 2010. no. 507.2 F4.
11. *Fortier M.S., Vallerand R.J., Guay F.* Academic motivation and school performance: Toward a structural model // *Contemporary educational psychology*. 1995. Vol. 20. No. 3. P. 257—274. DOI:10.1006/ceps.1995.1017
12. *Gamboa L.F., Rodriguez Acosta M., Garcia-Suaza A.* Differences in motivations and academic achievement // *Lecturas de Economía*. 2013. Vol. 78. P. 9—44.
13. *He J., Barrera-Pedemonte F., Buchholz J.* Cross-cultural comparability of noncognitive constructs in TIMSS and PISA // *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 2019. Vol. 26. No. 4. P. 369—385. DOI:10.1080/0969594X.2018.1469467
14. *Hulleman C.S., Harackiewicz J.M.* Promoting interest and performance in high school science classes // *Science*. 2009. Vol. 326 (5958). P. 1410—1412. DOI:10.1126/science.1177067
15. *Kuo M.J.* How does an online game based learning environment promote students' intrinsic motivation for learning natural science and how does it affect their learning outcomes? // *First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)*. 2007. P. 135—142. DOI:10.1109/DIGITEL.2007.28
16. *Nagengast B., Marsh H.W.* Motivation and engagement in science around the globe: Testing measurement invariance with multigroup structural equation models across 57 countries using PISA 2006 // *Handbook of international large-scale assessment*. Background, technical issues, and methods of data analysis. 2014. P. 317—344.
17. OECD. PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education. Paris: OECD Publishing, 2016.
18. OECD. Scaling Procedures and Construct Validation of Context Questionnaire Data // PISA 2015 Technical Report, 2017.
19. *Peña-López I. et al.* PISA 2015 results (Volume I). Excellence and equity in education. 2016.
20. *Ross S.P.* Motivation correlates of academic achievement: Exploring how motivation influences academic achievement in the PISA 2003 dataset: PhD (Psychology) Thesis. 2008.
21. *Spandana B., Rani R.N., Devi S.S.* Students' Motivation towards Science Learning (SMTSL) — An Intervention with Video and Quizzes // *Current Journal of Applied Science and Technology*. 2020. P. 85—91. DOI:10.9734/cjast/2020/v39i430534
22. *Spinath B. et al.* Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value // *Intelligence*. 2006. Vol. 34. No. 4. P. 363—374. DOI:10.1016/j.intell.2005.11.004
23. *Taştan S. et al.* The impacts of teacher's efficacy and motivation on student's academic achievement in science education among secondary and high school students // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2018. Vol. 14. № 6. P. 2353—2366. DOI:10.29333/ejmste/97832
24. *Taylor G. et al.* A self-determination theory approach to predicting school achievement over time: The unique role of intrinsic motivation // *Contemporary Educational Psychology*. 2014. Vol. 39. No. 4. P. 342—358. DOI:10.1016/j.cedpsych.2014.08.002
25. *Wigfield A., Wentzel K.R.* Introduction to motivation at school: Interventions that work // *Educational Psychologist*. 2007. Vol. 42. No. 4. P. 191—196. DOI:10.1080/00461520701621038
26. *Wijsman L.A. et al.* Promoting performance and motivation through a combination of intrinsic motivation stimulation and an extrinsic incentive // *Learning Environments Research*. 2019. Vol. 22. No. 1. P. 65—81. DOI:10.1007/s10984-018-9267-z
27. *Wu X. et al.* The essential characteristics of museum-based science learning and its influential factors // *Journal of Beijing Normal University (Social Science)*. 2009. Vol. 5. P. 13—19.

References

1. V kakom napravlenii razvivaetsya rossiiskaya sistema obshchego obrazovaniya? (po rezul'tatam mezhdunarodnoi programmy PISA-2018) [Elektronnyy resurs] [What destination is Russian educational system developing in? (Based on PISA-2018 data)]. URL: <http://www.centeroko.ru/public.html> (Accessed 20.06.2020).
2. Kovaleva G.S. Rezul'taty mezhdunarodnogo issledovaniya PISA: kachestvo obrazovaniya [Results

- of international testing PISA: quality of education]. *Shkol'nye tekhnologii = School Technologies*, 2011, no. 4, pp. 193—200. (In Russ.).
3. Kapuza A.V. [i dr.]. Obrazovatel'nye rezul'taty i sotsial'noe neravenstvo v Rossii [Academic achievement and social inequality in Russia]. *Voprosy obrazovaniya = Educational Studies*, no. 4, pp. 10—35. DOI:10.17323/1814-9545-2017-4-10-35 (In Russ.).

4. Kovaleva G.S. [i dr.] Rezul'taty mezhdunarodnogo sravnitel'nogo issledovaniya PISA v Rossii [Results of international assessment PISA in Russia]. *Voprosy obrazovaniya = Educational Studies*, 2004, no. 1, pp. 138—180. (In Russ.).
5. Rossiya v reitinge stran po publikatsionnoi aktivnosti uchenykh: estestvennye i tochnye nauki [Elektronnyi resurs] [Russia in the rating of countries according to scientists' publication activity: natural sciences]. URL: <https://issek.hse.ru/news/221554522.html> (Accessed 20.06.2020).
6. Pentin A.Y. [i dr.] Sostoyanie estestvennonauchnogo obrazovaniya v rossiiskoi shkole po rezul'tatam mezhdunarodnykh issledovaniy TIMSS i PISA [The condition of science education in Russian schools according to the results of international assessments TIMSS and PISA]. *Voprosy obrazovaniya = Educational Studies*, 2018, no. 1, pp. 79—109. DOI:10.17323/1814-9545-2018-1-79—109 (In Russ.).
7. Aeschlimann B., Herzog W., Makarova E. How to foster students' motivation in mathematics and science classes and promote students' STEM career choice. A study in Swiss high schools. *International Journal of Educational Research*, 2016. Vol. 79, pp. 31—41. DOI:10.1016/j.ijer.2016.06.004
8. Chandrasena W. et al. Seeding Science Success: Psychometric Properties of Secondary Science Questionnaire on Students' Self-Concept, Motivation, and Aspirations. *Australian Journal of Educational and Developmental Psychology*, 2014. Vol. 14, pp. 186—201.
9. Eastwell P., Rennie L.Ä. Using Enrichment and Extracurricular Activities to Influence Secondary Students' Interest and Participation in Science. *Science Education Review*, 2002. Vol. 1, no. 4.
10. Fenichel M., Schweingruber H.A. Surrounded by science: Learning science in informal environments. *Washington, DC: National Academies Press*, 2010.
11. Fortier M.S., Vallerand R.J., Guay F. Academic motivation and school performance: Toward a structural model. *Contemporary educational psychology*, 1995. Vol. 20, no 3, pp. 257—274. DOI:10.1006/ceps.1995.1017
12. Gamboa L.F., Rodríguez Acosta M., García-Suaza A. Differences in motivations and academic achievement. *Lecturas de Economía*, 2013. Vol. 78, pp. 9—44.
13. He J., Barrera-Pedemonte F., Buchholz J. Cross-cultural comparability of noncognitive constructs in TIMSS and PISA. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 2019. Vol. 26, no. 4, pp. 369—385. DOI:10.1080/0969594X.2018.1469467
14. Hulleman C.S., Harackiewicz J.M. Promoting interest and performance in high school science classes. *Science*, 2009. Vol. 326 (5958), pp. 1410—1412. DOI:10.1126/science.1177067
15. Kuo M.J. How does an online game based learning environment promote students' intrinsic motivation for learning natural science and how does it affect their learning outcomes? *First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)*, 2007, pp. 135—142. DOI:10.1109/DIGITEL.2007.28
16. Nagengast B., Marsh H.W. Motivation and engagement in science around the globe: Testing measurement invariance with multigroup structural equation models across 57 countries using PISA 2006. *Handbook of International Large-scale Assessment. Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis*, 2014, pp. 317—344.
17. OECD. PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education. Paris: OECD Publishing, 2016.
18. OECD. Scaling Procedures and Construct Validation of Context Questionnaire Data. *PISA 2015 Technical Report*, 2017.
19. Peña-López I. et al. PISA 2015 results (Volume I). *Excellence and equity in education*, 2016.
20. Ross S.P. Motivation correlates of academic achievement: Exploring how motivation influences academic achievement in the PISA 2003 dataset: PhD (Psychology) Thesis. Victoria, 2008.
21. Spandana B., Rani R.N., Devi S.S. Students' Motivation towards Science Learning (SMTSL) — An Intervention with Video and Quizzes. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 2020, pp. 85—91. DOI:10.9734/cjast/2020/v39i430534
22. Spinath B. et al. Predicting school achievement from general cognitive ability, self-perceived ability, and intrinsic value. *Intelligence*, 2006. Vol. 34, no. 4, pp. 363—374. DOI:10.1016/j.intell.2005.11.004
23. Taştan S. et al. The impacts of teacher's efficacy and motivation on student's academic achievement in science education among secondary and high school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018. Vol. 14, no. 6, pp. 2353—2366. DOI:10.29333/ejmste/97832
24. Taylor G. et al. A self-determination theory approach to predicting school achievement over time: The unique role of intrinsic motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 2014. Vol. 39, no. 4, pp. 342—358. DOI:10.1016/j.cedpsych.2014.08.002
25. Wigfield A., Wentzel K.R. Introduction to motivation at school: Interventions that work. *Educational Psychologist*, 2007. Vol. 42, no. 4, pp. 191—196. DOI:10.1080/00461520701621038
26. Wijsman L.A. et al. Promoting performance and motivation through a combination of intrinsic motivation stimulation and an extrinsic incentive. *Learning Environments Research*, 2019. Vol. 22, no. 1, pp. 65—81. DOI:10.1007/s10984-018-9267-z
27. Wu X. et al. The essential characteristics of museum-based science learning and its influential factors. *Journal of Beijing Normal University (Social Science)*, 2009. Vol. 5, pp. 13—19.

Информация об авторах

Гетман Анастасия Витальевна, аспирант, преподаватель Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5291-3923>, e-mail: agetman@hse.ru

Керша Юлия Дмитриевна, аспирант, стажер-исследователь Центра общего и дополнительного образования имени А.А. Пинского Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4481-380X>, e-mail: ykersha@hse.ru

Косарецкий Сергей Геннадьевич, кандидат психологических наук, Директор центра общего и дополнительного образования имени А.А. Пинского Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-8983>, e-mail: skosaretski@hse.ru

Information about the authors

Anastasia V. Getman, PhD Student, Teacher, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5291-3923>, e-mail: agetman@hse.ru

Yulia D. Kersha, PhD Student, Research Intern of the Pinsky Centre of General and Extracurricular Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4481-380X>, e-mail: ykersha@hse.ru

Sergey G. Kosaretsky, PhD in Psychology, Director of the Pinsky Centre of General and Extracurricular Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8905-8983>, e-mail: skosaretski@hse.ru

Получена 22.08.2020

Received 22.08.2020

Принята в печать 25.11.2020

Accepted 25.11.2020