

# Математика не для девочек?

## Исследование влияния образовательных платформ на развитие мышления роста младших школьников

В. С. Ершова, Ю. О. Герасимова, А. В. Капуза

Статья поступила  
в редакцию  
в апреле 2021 г.

**Ершова Валерия Сергеевна** — магистрант Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: vsershova@edu.hse.ru

**Герасимова Юлия Олеговна** — стажер-исследователь Международной лаборатории оценки практик и инноваций в образовании Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: ygerasimova@hse.ru (контактное лицо для переписки)

**Капуза Анастасия Васильевна** — научный сотрудник Международной лаборатории оценки практик и инноваций в образовании Института образования, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». E-mail: akapuz@hse.ru

Адрес: 101000, Москва, Потаповский пер., 16, стр. 10.

Аннотация

Результаты исследований в области STEM-дисциплин свидетельствуют о наличии гендерных различий в восприятии учащимися своих способностей к математике. Даже при равной с мальчиками успеваемости девочки высказывают более скромные ожидания в отношении освоения предмета и ниже оценивают свою компетентность. Получены данные, подтверждающие, что нивелировать гендерный разрыв в оценке способностей к математике и повысить интерес девочек к предмету может развитие мышления роста. Одним из инструментов развития мышления роста является формирующая обратная связь.

Проведено исследование с целью изучить влияние цифровой платформы с автоматической обратной связью на развитие мышления роста у учащихся начальной школы. В эксперименте приняли участие 6300 учащихся 3-х классов из 343 региональных российских школ. Выявлены значимые различия между учащимися экспериментальной группы, которые использовали цифровую платформу в обучении, и учащимися контрольной группы. Однако эффект от использования платформы для девочек оказался слабее, чем для мальчиков.

Результаты исследования подтверждают потенциал использования цифровых платформ с мгновенной обратной связью при формировании мышления роста в математике у учащихся начальной школы. Авторы поднимают вопрос о необходимости диверсифицировать обратную связь для мальчиков и девочек с целью нивелирования гендерных различий.

Ключевые слова

мышление роста, математика, обратная связь, цифровые платформы, гендерное неравенство.

Для цитирования Ершова В. С., Герасимова Ю. О., Капуза А. В. (2021) Математика не для девочек? Исследование влияния образовательных платформ на развитие мышления роста младших школьников // Вопросы образования / Educational Studies Moscow. № 3. С. 91–113. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-3-91-113>

## Math Is Not for Girl? Investigating the Impact of e-Learning Platforms on the Development of Growth Mindsets in Elementary Classrooms

V. S. Ershova, I. O. Gerasimova, A. V. Kapuza

**Valeria Ershova**, Master's Student, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics. E-mail: [vsershova@edu.hse.ru](mailto:vsershova@edu.hse.ru)

**Iuliia Gerasimova**, Research Intern, International Laboratory for Evaluation of Practices and Innovations in Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics. E-mail: [ygerasimova@hse.ru](mailto:ygerasimova@hse.ru) (corresponding author)

**Anastasia Kapuza**, Research Fellow, International Laboratory for Evaluation of Practices and Innovations in Education, Institute of Education, National Research University Higher School of Economics. E-mail: [akapuza@hse.ru](mailto:akapuza@hse.ru)

Address: Bld. 10, 16 Potapovsky Ln, 101000 Moscow, Russian Federation.

**Abstract** Science, technology, engineering and mathematics (STEM) education research indicates a gender gap in how students perceive their mathematical ability. Even when there are no gender disparities in math achievement, girls tend to have lower expectations of success and lower self-reported proficiency in the subject than boys. Empirical findings show that development of growth mindset could bridge the gender gap in students' perceptions of their mathematical ability and enhance girls' interest in math. Formative feedback is one of the possible tools to foster the development of growth mindsets.

This study investigates the impact of an e-learning platform with automated feedback on the development of growth mindsets in elementary school children. Empirical data was collected during an experiment which involved 6,300 third-grade students from 343 regional schools in Russia. Statistically significant differences were revealed between students in the control group and those who used the e-learning platform (experimental group). However, the effects of using the platform were significantly lower for girls than boys.

The results obtained in this study point to the great potential of e-learning platforms with instant feedback in fostering growth mindsets in mathematics among elementary school children. Furthermore, it appears vital to integrate tailored feedback for boys and girls to mitigate gender differences in school math education.

**Keywords** e-learning platform, feedback, gender gap, growth mindset, mathematics.

**For citing** V. S. Ershova, I. O. Gerasimova, A. V. Kapuza (2021) Matematika ne dlya devochek? Issledovanie vliyaniya obrazovatel'nyh platform na razvitiye myshleniya rosta mladshih shkolnikov [Math Is Not for Girl? Investigating the Impact of e-Learning Platforms on the Development of Growth Mindsets in Elementary Classrooms]. *Voprosy obrazovaniya / Educational Studies Moscow*, no 3, pp. 91–113. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-3-91-113>

Согласно теории ожиданий и ценностей, учащиеся выбирают образовательные траектории, а затем принимают карьерные решения исходя из внутренней оценки своих способностей и воспринимаемой ценности рассматриваемых опций [Eccles, 2009]. Исследования в области STEM-дисциплин выявили гендерные различия в оценке учащимися своих способностей к математике [Else-Quest, Mineo, Higgins, 2013; Herbert, Stipek, 2005], в уровне интереса к математике и ее воспринимаемой ценности [Wang, Degol, Ye, 2015]. В частности, даже при равной академической успеваемости мальчики выше оценивают свои математические способности, чем девочки [Swiatek, Lupkowski-Shoplik, O'Donoghue, 2000; Herbert, Stipek, 2005]. Более того, у девочек стабильно наблюдаются более низкие ожидания относительно успехов в освоении математики [Else-Quest, Mineo, Higgins, 2013; Herbert, Stipek, 2005; Freedman-Doan et al., 2000]. В старшей школе девочки скорее теряют интерес к предмету и впоследствии проявляют меньше желания начинать STEM-карьеру [Sadler et al., 2012].

Математика — сложный предмет, требующий высокого уровня абстрактности мышления: в процессе ее изучения учащиеся встречаются с принципиально новыми понятиями и концепциями, требующими специфических навыков. Сталкиваясь с новыми задачами, учащиеся зачастую испытывают замешательство, при этом мальчики и девочки могут по-разному рационализировать это ощущение [Licht, Dweck, 1984]. Девочки даже с высоким результатом теста на интеллект могут терять способность к усвоению дальнейшего материала, не имея внутренних ресурсов, чтобы справиться с замешательством [Dweck, 2006]. К тому же культура западного общества объясняет способности к математике наличием таланта, врожденной склонности к математическому мышлению<sup>1</sup>. Соответственно девочки воспринимают трудности и необходимость прилагать больше усилий для того, чтобы разобраться в предмете, как сигнал об отсутствии у них врожденного таланта и считают, что математика не для них [Stout, Blaney, 2017].

Установлено, что нивелировать гендерный разрыв в оценке способностей к математике и повысить интерес девочек к математике может развитие мышления роста [Blackwell, Trzespiewski, Dweck, 2007]. Учащимся интересно продолжать изучать предмет, если они чувствуют себя компетентными в нем и у них сформированы высокие ожидания успеха в его освоении [Lent, Brown, 2019].

---

<sup>1</sup> Williams D.A., King P. (1980) Do Males Have a Math Gene // Newsweek. December. 15. P. 73.

Теория мышления роста предполагает наличие у учащихся тяготения к одному из типов мышления: к фиксированному (*fixed mind-set*), или к установке на данность, или к мышлению роста (*growth mind-set*), или к установке на рост [Dweck, Yeager, 2019]. Одним из критических факторов, формирующих тип мышления, является обратная связь [Skipper, Douglas, 2015]. Если при традиционном подходе к обучению обратную связь предоставляют в основном школьные учителя, то сейчас в качестве дополнительного инструмента обучения и практики могут использоваться цифровые образовательные платформы [Wieling, Hofman, 2010], от которых учащиеся получают формирующую обратную связь.

Данное исследование направлено на изучение роли цифровых образовательных платформ с формирующей обратной связью в развитии мышления роста в математике среди учащихся начальной школы с учетом гендерных различий. В исследовании предпринята попытка оценить влияние цифровых образовательных платформ на тип мышления девочек, поскольку именно девочки реже придерживаются мышления роста в математике [Богданова и др., 2019] и в целом более чувствительны к обратной связи [Degol et al., 2018].

### **1. Гендерный разрыв в восприятии способностей к математике**

Данные относительно гендерных различий в усвоении математики противоречивы. В ряде работ показано, что гендерные различия в успеваемости по математике незначительны или вовсе не существуют [Hyde et al., 2008], в то время как кросс-культурные исследования, в частности PISA-2018<sup>2</sup>, свидетельствуют об обратном. Более того, предположительно гендерные различия в отношении математики появляются уже в начальной школе [Кондаурова, Шапшалова, 2017] и средней школе [Fryer, Levitt, 2010; Nollenberger, Rodríguez-Planas, Sevilla, 2016]. При этом мальчики чаще показывают более высокие результаты на экзаменах с высокими ставками [Fryer, Levitt, 2010; Nollenberger, Rodríguez-Planas, Sevilla, 2016].

Среди возможных причин гендерного неравенства в успеваемости по математике исследователи выделяют различия в оценке собственных способностей к этому предмету [Degol et al., 2018]. Сомневаясь в возможности справиться со сложной задачей, дети теряют мотивацию и не проявляют достаточной настойчивости, в результате их успеваемость снижается [Dweck, Licht, 1980]. Отчасти эти различия могут быть обуслов-

<sup>2</sup> Аналитический отчет по результатам проведения международного сравнительного исследования качества образования PISA-2018 в Московской области. <https://mo.mosreg.ru/download/document/6818588>

лены воздействием гендерных стереотипов в отношении математики [Cvencek, Meltzoff, Greenwald, 2011]. Подверженные социальным стереотипам учащиеся склонны превозносить способности к математике у мальчиков и предполагать, что они более успешны в освоении этого предмета, чем девочки [Bhanot, Jovanovic, 2005; Cvencek, Meltzoff, Greenwald, 2011]. Хотя эмпирические данные и не позволяют с уверенностью определить время возникновения гендерного разрыва в восприятии математических способностей [Herbert, Stipek, 2005], обнаружено, например, что уже ко 2-му классу как девочки, так и мальчики интернализируют гендерный стереотип [Cvencek, Meltzoff, Greenwald, 2011]. Кроме того, кросс-секционные исследования свидетельствуют о появлении гендерного разрыва в восприятии способностей уже в начальной школе: ранее, чем появляется реальный разрыв в академических достижениях [Fredericks, Eccles, 2002].

Чтобы преодолеть гендерный разрыв в восприятии способностей к математике, необходимо выявить факторы, которые его формируют. На представления учащихся об их способностях к математике воздействуют средовые факторы, например дифференцированное отношение родителей и учителей к девочкам и мальчикам в отношении математики [Fryer, Levitt, 2010]. В частности, успехи дочерей в математике родители скорее объясняют их усилиями, а успехи сыновей — талантами или природными способностями [Yee, Eccles, 1988]. Внушая девочкам, что необходимость прилагать усилия к освоению предмета связана с низкими способностями, родители тем самым ослабляют их веру в собственные силы [Tiedemann, 2000]. Взрослея, женщины приобретают предубеждение против усилий [Freedman-Doan et al., 2000] и воспринимают усилие как показатель того, что они на самом деле «не принадлежат» к людям, одаренным в области STEM-дисциплин [Stout, Blaney, 2017].

Способ реагирования родителей на ошибки и неудачи детей оказывает воздействие на имплицитные теории мышления учащихся. Если родители воспринимают ошибки и неудачи детей как поражения, те скорее начинают верить, что не могут изменить свои способности, т. е. проявляют расположенность к фиксированному мышлению [Haimovitz, Dweck, 2016].

В школе на оценивании учащимися собственных способностей к математике и возможности освоить предмет сказывается прежде всего поведение учителя. Особенно сильное влияние обратная связь от учителей оказывает на убеждения девочек в отношении математики [She, 2000]. В частности, девочки в большей степени, чем мальчики, полагаются на учителя, чтобы оценить свою успеваемость по математике. Если мальчики формируют суждения о своих способностях на осно-

ве оценок, то девочкам помимо оценок необходимо получить одобрение учителя [Skipper, Leman, 2017].

Однако исследования показывают, что обратная связь от учителя не дает девочкам необходимой поддержки в отношении STEM-дисциплин. По сравнению с мальчиками девочки получают меньше обратной связи во время уроков, и им уделяется меньше времени для обсуждения вопросов [Skipper, Leman, 2017]. Более того, для учителей зачастую характерна гендерная стереотипизация учащихся [Мирская, 2014]. Многие из них считают, что мальчики более способны к математике по сравнению с девочками [Herbert, Stipek, 2005]. Учителя средней школы, сравнивая учащихся с равными способностями к математике, склонны предполагать, что девочки испытывают больше проблем в освоении предмета и вынуждены прилагать больше усилий, чтобы справляться с задачами [Tiedemann, 2000]. Они считают, что только особым прилежанием в изучении математики девочки могут сравняться в успеваемости с мальчиками [Robinson-Cimpian et al., 2014]. Впоследствии девочки интернализируют эти стереотипы и действительно начинают считать себя не способными к математике [Herbert, Stipek, 2005], что сопровождается более высоким уровнем тревожности и меньшей уверенностью в своих силах [Кондаурова, Шапшалова, 2017].

Способствовать формированию положительного восприятия усилий при решении сложных задач, а также резильентности к неудачам в процессе обучения может развитие мышления роста [Schroder et al., 2014]. Более того, оно, по-видимому, может смягчить негативное влияние гендерной стереотипизации, в то время как фиксированное мышление только усиливает его [Lee et al., 2021].

## **2. ИмPLICITНЫЕ теории интеллекта**

Рассмотрим влияние на установки учащихся в отношении решения сложных задач и на формирование суждений о своих способностях к математике двух типов мышления: фиксированного (*fixed mindset*), или установки на данность, и мышления роста (*growth mindset*), или установки на рост [Dweck, Yeager, 2019]. Обычно эти два типа мышления рассматриваются как противоположности, но логичнее представить их находящимися в едином континууме [Yeager, Dweck, 2020]. Соответственно, учащиеся могут демонстрировать свою приверженность тому или иному типу мышления в большей или меньшей степени. Учащиеся, придерживающиеся установки на данность, считают способности врожденными и, как следствие, не поддающимися совершенствованию. Напротив, учащиеся, придерживающиеся установки на рост, предполагают, что индивидуальные способности могут быть улучшены посредством обучения и при-

лагаемых усилий. Ученики с фиксированным мышлением, как правило, считают, что только «способные» люди могут достигать высоких академических результатов, а остальные не могут существенно повлиять на свои результаты [Masakova, Wood, 2020].

### 2.1. Мышление роста и обучение

Ориентация на тот или иной тип мышления определяет подход учащегося к сложным задачам, отношение к ошибкам и способ реагирования на обратную связь [Martin et al., 2017]. Учащиеся с фиксированным мышлением, как правило, выбирают более простые задания, в которых вероятность совершить ошибку ниже. В результате они оказываются более уязвимыми, сталкиваясь с трудными учебными ситуациями, что приводит к снижению успеваемости по предмету [Wieling, Hofman, 2010]. Учащиеся с сильно выраженным фиксированным мышлением могут испытывать в школе повышенный уровень стресса и ощущать себя неспособными справиться со стрессовыми ситуациями во время обучения [Lee et al., 2019]. Напротив, мышление роста помогает учащимся проявлять резильентность при решении сложных задач и проблем, поскольку они верят, что преодоление сложностей способствует развитию их интеллекта. Они с энтузиазмом воспринимают академические задания повышенной сложности, поскольку расценивают их как возможности для совершенствования [Blackwell, Trzesniewski, Dweck, 2007].

Исследователи отмечают важность мышления роста для учащихся при изучении математики, особенно в средней школе, когда предмет усложняется и от учащихся требуется больше усилий для его успешного освоения [Bonne, Johnston, 2016]. В дальнейшем именно учащиеся с мышлением роста с большей вероятностью выбирают углубленное изучение математики [Romero et al., 2014]. Наконец, многочисленные исследования указывают на наличие положительной связи между установкой на рост и высокими академическими результатами по математике [Gunderson et al., 2018; McCutchen et al., 2016; Park et al., 2016; Petscher et al., 2017; Lottero-Perdue, Lachapelle, 2019]. Соответственно развитие мышления роста рассматривается исследователями как способ элиминации гендерного разрыва в академической успеваемости учащихся [Корнилов, 2011].

Учащиеся с мышлением роста и фиксированным мышлением по-разному реагируют на обратную связь [Zingoni, Byron, 2017]. Так, учащиеся, склонные к фиксированному мышлению, с большей вероятностью отрицательно реагируют на критические отзывы. Учащиеся, которые придерживаются мышления роста, рассматривают обратную связь как элемент развития и способ повысить академические результаты. Эти различия

проявляются и на нейронном уровне: когнитивные нейробиологические исследования показали, что студенты с установкой на рост демонстрируют более высокую эмоциональную устойчивость к отрицательной обратной связи по сравнению со студентами с установкой на данность. Более того, они склонны распределять больше когнитивных ресурсов на элементы обратной связи, что помогает им свести к минимуму количество ошибок в будущем [Schroder et al., 2017].

## 2.2 Обратная связь как фактор формирования мышления роста

В традиционном классе дети получают обратную связь преимущественно от учителя, в таких условиях ее влияние на мышление учеников может быть значительным. Мышление роста учителей, в отличие от родительского, воздействует на мышление роста у учащихся. На основе ориентации на тот или иной тип мышления учителя формируют ожидания относительно успеваемости учеников и проектируют обратную связь согласно этим ожиданиям [Rattan, Good, Dweck, 2012]. Учителя с ориентацией на фиксированное мышление формируют более низкие ожидания в отношении успеваемости учащихся по математике в будущем, основываясь на результатах всего одного теста. Впоследствии они скорее прибегают к так называемой успокаивающей обратной связи в отношении слабых, по их мнению, учащихся, тем самым снижая их мотивацию [Ibid.].

Таким образом, если учитель придерживается фиксированного мышления, высока вероятность того, что он привьет такую же установку на данность своим ученикам [Heyde et al., 2020]. Этот эффект был продемонстрирован на выборке учащихся начальной школы: в конце учебного года большая часть учеников в классах, где учитель придерживался ориентации на фиксированное мышление, согласилась с утверждениями, позволяющими предполагать у них тот же тип мышления [Park et al., 2016]. И наоборот, последовательная формирующая обратная связь от учителя может способствовать расположенности к мышлению роста у учеников [Skipper, Douglas, 2015].

Обычно в традиционном классе ученики могут получить обратную связь оценочного или формирующего характера. Первый вид обратной связи представляет собой общие замечания, которые не содержат информации о дальнейших шагах и учебных целях. Оценочная обратная связь может быть направлена на личность учащегося, а не на его учебную деятельность, и тогда учащийся может воспринять ее как оценку своих способностей, что впоследствии может привести к отвержению как отрицательной, так и положительной обратной связи и снижению успеваемости [Zingoni, Byron, 2017]. Наиболее негативно сказывается на учащихся отрицательная обратная связь оценочно-



го характера, поскольку она не несет в себе ценности и может быть воспринята учащимися с фиксированным мышлением как прямая угроза их представлению о себе [Hattie, Timperley, 2007]. В отличие от оценочной формирующая обратная связь позволяет мотивировать учащихся на достижение поставленных целей в обучении и связана непосредственно с учебной деятельностью.

Из-за повсеместного проникновения цифровых образовательных платформ в учебный процесс учителя перестали быть единственным источником обратной связи для учащихся. Цифровые образовательные платформы могут использоваться в качестве дополнительного инструмента для обучения и практики [Wieling, Hofman, 2010] и предоставлять учащимся обратную связь автоматически и в больших объемах. Эти инструменты обычно дают обратную связь мгновенно и, в отличие от обратной связи учителя, не учитывают личность учащегося, а фокусируются непосредственно на процессе обучения [Hattie, Timperley, 2007]. Обратная связь такого рода предположительно может способствовать развитию у учеников установки на рост [Schroder et al., 2017]. Во всяком случае система поощрений в компьютерной игре способствует формированию настойчивости учащихся [O'Rourke et al., 2014], также положительно коррелирующей с мышлением роста [Park et al., 2020]. Однако на данный момент влияние цифровых образовательных платформ на некогнитивные характеристики, в частности на тип мышления учащихся, изучено недостаточно.

Целью данного исследования было определить, способствует ли использование цифровой платформы с обратной связью при ответе на математические задачи развитию мышления роста учащихся. На основе результатов исследования типов мышления [Mangels et al., 2006] и роли обратной связи в формировании мышления роста [Hattie, Timperley, 2007] мы предположили, что, во-первых, использование платформы будет положительно влиять на мышление роста и, во-вторых, наблюдаемый эффект будет выше для девочек.

### **3. Методология**

#### **3.1. Выборка**

В исследовании использованы данные, полученные во время совместного эксперимента НИУ ВШЭ и «Яндекс.Учебник»: «Исследование эффективности использования цифровой образовательной платформы „Яндекс.Учебник“»<sup>3</sup>. Для участия в эксперименте отобраны 343 школы в двух регионах России (53% школ — городские). В каждой школе для участия в исследова-

---

<sup>3</sup> НИОКР АААА-А18-118121090099-7.

нии выбран один 3-й класс. В октябре 2018 г. проведено базовое обследование (претест): помимо стандартизированных тестов по математике, языковой грамотности и чтению учащиеся заполнили также контекстные анкеты, содержащие информацию об их социально-демографических характеристиках (например, пол, возраст) и ряде психологических характеристик (например, мышление роста). После базового исследования классы поделены на контрольную (33,5% школ) и экспериментальную (66,5% школ) группы с использованием рандомизации (*Randomized controlled trial*, RCT). Ученикам из экспериментальной группы в период с декабря 2018 г. по май 2019 г. учителя давали еженедельно от 10 до 20 заданий по математике и русскому языку на платформе «Яндекс.Учебник». В середине мая 2019 г. проведено финальное обследование (посттест) с аналогичным претесту инструментарием. В обеих волнах тестирования принял участие 6021 третьеклассник (средний возраст на начало эксперимента — 9,05 года, 52,5% — девочки)<sup>4</sup>.

### 3.2. Оценка уровня мышления роста

Уровень мышления роста у учеников оценивался с помощью Шкалы мышления роста<sup>5</sup>, состоящей из трех утверждений. Альфа Кронбаха шкалы составляет 0,56, такой уровень надежности приемлем для анализа результатов на уровне группы. Один вопрос шкалы относится к интеллекту в целом, один — к языковой грамотности, один был специально адаптирован к математике [Blackwell, Trzesniewski, Dweck, 2007; Schroder et al., 2017; Bian et al., 2018], поскольку считается, что указание предметной специфики позволяет получить более точные ответы учащихся [Shively, Ryan, 2013]. Таким образом, ученикам начальной школы предлагалось выразить степень своего согласия со следующими утверждениями: «Большинство людей могут хорошо научиться математике», «Каждый человек, даже очень умный, может стать еще умнее», «Большинство людей могут научиться правильно писать и говорить». Поскольку суждения оценивали учащиеся начальной школы, использовалась упрощенная 4-балльная шкала: «всегда да», «иногда да», «иногда нет», «всегда нет». Показатель Шкалы мышления роста в первой волне исследования получен суммированием баллов по всем утверждениям, где 4 балла — «всегда да», 1 балл — «всегда нет», и их последующей стандартизацией. Показатель шкалы во второй волне получен аналогичным образом и стандар-

<sup>4</sup> Проведение исследования и сбор данных одобрены Комиссией по внутри-университетским опросам и этической оценке эмпирических исследовательских проектов НИУ ВШЭ.

<sup>5</sup> Growth Mindset Scale. Stanford SPARQtools: <https://sparqtools.org/mobility-measure/growth-mindset-scale/#all-survey-questions>

тизирован по среднему и стандартному отклонению первой волны для обеспечения их сравнимости.

В первой волне данные есть для 3594 третьеклассников (средний возраст 9,05 года, 53,5% — девочки), во второй — для 5724 третьеклассников (средний возраст на начало эксперимента 9,05 года, 52,6% — девочки), в обеих — для 3258 третьеклассников (средний возраст на начало эксперимента 9,05 года, 53,4% — девочки).

### 3.3. Анализ данных

Для ответа на исследовательский вопрос проведен двухфакторный дисперсионный анализ с показателями Шкалы мышления роста в претесте и посттесте в качестве зависимых переменных (две разные модели) и принадлежностью к экспериментальной группе и полом учащегося в качестве независимых для проверки эффекта интеракции этих переменных.

Чтобы сравнить модели и проконтролировать мышление роста при первом измерении, построены шесть регрессионных моделей с показателем Шкалы мышления роста, измеренным во время посттеста, в качестве зависимой переменной. В первой модели независимой переменной выступала только принадлежность к экспериментальной группе (1 = экспериментальная группа, 0 = контрольная), во второй — только пол учащегося (1 = девочка, 0 = мальчик), третья включала обе эти переменные. Четвертая модель дополнительно включала интеракцию этих переменных, т. е. дополнительный коэффициент для девочек экспериментальной группы. Пятая модель — это третья модель при контроле показателя Шкалы мышления роста из претеста, а шестая — модель № 4 при контроле претеста. Таким образом, модели 1, 3, 5 направлены на проверку первой гипотезы, а модели 2, 4, 6 — на проверку второй.

## 4. Результаты

Модель двухфакторного дисперсионного анализа для мышления роста по данным претеста оказалась незначимой: в базовом обследовании не выявлено различий ни между мальчиками и девочками ( $F = 2,245$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,134$ ), ни между учащимися, попавшими в экспериментальную и контрольную группы ( $F = 1,103$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,294$ ), интеракция двух независимых переменных также оказалась незначимой ( $F = 2,200$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,138$ ). В посттесте показатель мышления роста значимо выше в экспериментальной группе ( $F = 2,924$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,087$ ), а также у мальчиков ( $F = 7,797$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,005$ ). Интеракция двух переменных незначима ( $F = 0,223$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0,636$ ), а различие для экспериментальной и контрольной группы значимо только на уровне  $p < 0,1$ . Множественные сравнения критерием Тьюки продемонстрировали, что у мальчиков экспериментальной группы

Рис. 1. Средние и 95%-ные доверительные интервалы Шкалы мышления роста по данным претеста и посттеста для мальчиков и девочек контрольной и экспериментальной групп

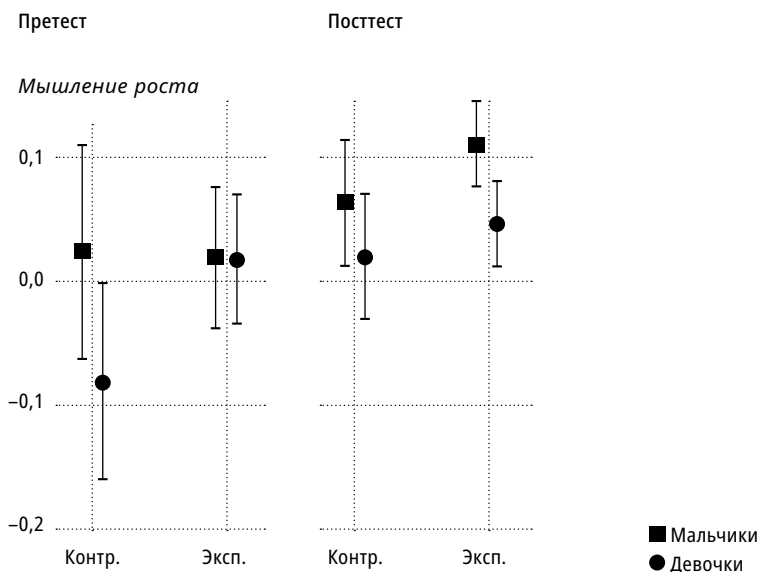


Таблица 1. Результаты множественного сравнения групп после дисперсионного анализа при помощи критерия Тьюки для показателя мышления роста в посттесте

	Разница	p-value
Мальчики контр. гр. – мальчики эксп. гр.	0,047	0,439
Мальчики контр. гр. – девочки контр. гр.	-0,043	0,623
Мальчики контр. гр. – девочки эксп. гр.	-0,016	0,954
Девочки контр. гр. – мальчики эксп. гр.	-0,092	0,015**
Девочки эксп. гр. – мальчики эксп. гр.	-0,064	0,051*
Девочки эксп. гр. – девочки контр. гр.	0,027	0,806

\* $p < 0,1$ ; \*\* $p < 0,05$ ; \*\*\* $p < 0,01$ .

в посттесте показатель мышления роста значимо выше, чем у девочек контрольной ( $p < 0,05$ ) и экспериментальной групп ( $p < 0,1$ ) (табл. 1). Графически результаты интеракций представлены на рис. 1.

Наличие в посттесте значимых на уровне 10% различий в показателях мышления роста между учащимися контроль-

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа для мышления роста в посттесте в качестве зависимой переменной

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Экспериментальная группа	0,038* (0,022)		0,037* (0,022)	0,048 (0,032)	0,021 (0,028)	0,007 (0,041)
Девочка		-0,058*** (0,021)	-0,058*** (0,021)	-0,044 (0,036)	-0,044* (0,026)	-0,062 (0,046)
Экспериментальная группа × Девочка				-0,021 (0,044)		0,026 (0,056)
Мышление роста, претест					0,154*** (0,013)	0,154*** (0,013)
Константа	0,038** (0,018)	0,094*** (0,015)	0,069*** (0,021)	0,062** (0,026)	0,110*** (0,027)	0,120*** (0,034)
Количество наблюдений	5,724	5,724	5,724	5,724	3,348	3,348
$R^2$	0,001	0,001	0,002	0,002	0,042	0,042
Скорректированный $R^2$	0,0003	0,001	0,002	0,001	0,041	0,041
F-статистика	2,921*	7,898***	5,361***	3,648**	48,654***	36,537***

\* $p < 0,1$ ; \*\* $p < 0,05$ ; \*\*\* $p < 0,01$ .

ной и экспериментальной группы подтверждается также результатами регрессионного анализа (табл. 2). Однако процент объясненной дисперсии крайне мал: принадлежность к группе объясняет только 0,1% дисперсии зависимой переменной. Такой же процент объясняет пол учащихся, а отрицательный значимый коэффициент у переменной «пол» подтверждает предварительные выводы о том, что у мальчиков мышление роста в конце года было сформировано лучше, чем у девочек. Различия крайне малы: у мальчиков показатель выше лишь на 0,058 стандартного отклонения. Значимость этих двух коэффициентов сохраняется и при одновременном их включении в модель. Однако при включении интеракции значимость исчезает у всех коэффициентов, в том числе и у самой интеракции. При добавлении в независимые переменные результатов претеста процент объясненной дисперсии возрастает до 4,1%, но значимость принадлежности к экспериментальной группе пропадает. При этом связь гендера и мышления роста сохраняется при контроле претеста, но при добавлении интеракции эта связь также пропадает.

**5. Заключение** Мышление роста рассматривается исследователями как один из способов сократить гендерный разрыв в оценке способностей к математике. Уверенность в своих способностях освоить математику формирует выбор образовательной траектории в области STEM-дисциплин [Herbert, Stipek, 2005]. Однако уже в начальной школе девочки под воздействием оценивающей обратной связи от учителей и родителей интернализируют гендерный стереотип и соглашаются с тем, что математика не для них. Между тем формирующая обратная связь может способствовать развитию мышления роста [Hattie, Timperley, 2007]. Результаты данного исследования отчасти подтверждают эту гипотезу, так как в нем обнаружен хоть и небольшой, но положительный эффект от использования цифровых платформ для развития мышления роста.

Однако, вопреки нашим ожиданиям, эффект от использования цифровой платформы с безоценочной формирующей обратной связью для девочек оказался ниже, чем для мальчиков. Платформа предоставляла формирующую обратную связь, направленную на проработку ошибок, допущенных при решении задач. В то же время обратная связь не была спроектирована специальным образом, в котором бы учитывались гендерные особенности изучения математики. В итоге в конце года мальчики из экспериментальной группы оценили свой уровень мышления роста выше по сравнению с девочками, также использующими платформы или обучающимися без них. Полученные нами результаты согласуются с выводами исследования, в котором оценивалось влияние формирующей обратной связи на привлекательность STEM-дисциплин для девочек [Skipper, Leman, 2017] и где обратная связь не принесла ожидаемого эффекта.

Можно предположить, что гендерно неспецифичная формирующая обратная связь действительно не всегда может оказывать положительное влияние на мышление роста в математике у девочек. Уже в начальной школе дети усваивают гендерные стереотипы в отношении математики [Cvencek, Meltzoff, Greenwald, 2011]. При этом условия девочки с любым уровнем способностей в области STEM могут испытывать дискомфорт в обучении и оценивать свои способности ниже, чем есть на самом деле [Ertl, Luttenberger, Paechter, 2017]. И именно обратная связь, указывающая на наличие способностей к математике, может изменить мнение девочек, уже подверженных гендерной стереотипизации, относительно образовательной траектории в STEM- дисциплинах [Skipper, Leman, 2017].

Таким образом, необходимо дальнейшее изучение влияния формирующей обратной связи в цифровых образовательных платформах на мышление роста у девочек, так как

она обладает значительным потенциалом развития. Возможно, обратная связь должна не только способствовать мышлению роста, но и быть направленной на разрушение гендерных стереотипов в отношении математики [Degol et al., 2018]. Например, предоставление учащимся обратной связи в форме сообщений о наличии у девочек способностей к математике может снизить влияние гендерных стереотипов. Кроме того, благоприятный эффект потенциально может иметь использование в образовательных платформах образов женщин-математиков, чтобы они могли выступить в качестве ролевых моделей и таким образом стимулировать самооэффективность девочек [Bandura, 1986].

Усовершенствование обратной связи, предоставляемой на платформах, и ее персонализация потенциально могут положительно повлиять на формирование мышления роста у девочек, что позволит сократить гендерный разрыв в оценке способностей к математике и привлечь больше девочек в STEM.

*Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.*

## Литература

1. Богданова О. Е., Миклашевский А. А., Богданова Е. Л., Солдатенкова О. Б. (2019) Академические достижения школьников по математике и иностранному языку: индивидуальные характеристики и гендерные стереотипы // Сибирский психологический журнал. № 73. С. 176–196. doi:10.17223/17267080/73/11.
2. Кондаурова И. К., Шапшалова Т. В. (2017) Гендерный подход при обучении математике в школе // Балтийский гуманитарный журнал. Т. 6. № 1 (18). С. 168–171.
3. Корнилов С. А. (2011) Самооценка интеллекта и успешность обучения: мини метаанализ // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. № 3. С. 56–65.
4. Мирская В. Д. (2014) Влияние гендерных различий младших школьников на работу учителя начальных классов // Сборник работ 71-й научной конференции студентов и аспирантов Белорусского государственного университета (Минск, 18–21 мая 2014 г.): в 3 ч. Минск: БГУ. Ч. I. С. 428–432.
5. Bandura A. (1986) *Social Foundations of Thought and Action*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
6. Bhanot R., Jovanovic J. (2005) Do Parents' Academic Gender Stereotypes Influence Whether They Intrude on Their Children's Homework? // *Sex Roles*. Vol. 52. No 9–10. P. 597–607.
7. Bian L., Leslie S. J., Murphy M. C., Cimpian A. (2018) Messages about Brilliance Undermine Women's Interest in Educational and Professional Opportunities // *Journal of Experimental Social Psychology*. Vol. 76. November. P. 404–420. doi:10.1016/j.jesp.2017.11.006.
8. Blackwell L. S., Trzesniewski K. H., Dweck C. S. (2007) Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention // *Child Development*. Vol. 78. No 1. P. 246–263. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x.

9. Bonne L., Johnston M. (2016) Students' Beliefs about Themselves as Mathematics Learners // *Thinking Skills and Creativity*. Vol. 20. February. P. 17–28. doi:10.1016/j.tsc.2016.02.001.
10. Cvencek D., Meltzoff A. N., Greenwald A. G. (2011) Math-Gender Stereotypes in Elementary School Children // *Child Development*. Vol. 82. No 3. P. 766–779. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01529.x.
11. Degol J. L., Wang M. T., Zhang Y., Allerton J. (2018) Do Growth Mindsets in Math Benefit Females? Identifying Pathways between Gender, Mindset, and Motivation // *Journal of Youth and Adolescence*. Vol. 47. No 5. P. 976–990. doi:10.1007/s10964-017-0739-8.
12. Dweck C. S. (2006) Is Math a Gift? Beliefs That Put Females at Risk // S. J. Ceci, W. Williams (eds) *Why Aren't More Women in Science? Top Researchers Debate the Evidence*. Washington, DC: American Psychological Association. P. 47–55. doi:10.1037/11546-004.
13. Dweck C. S., Licht B. G. (1980) Learned Helplessness and Intellectual Achievement // J. Garber, M.E.P. Seligman (eds) *Human Helplessness: Theory and Applications*. London: Academic Press. P. 197–221.
14. Dweck C. S., Yeager D. S. (2019) Mindsets: A View from Two Eras // *Perspectives on Psychological Science*. Vol. 14. No 3. P. 481–496. doi:10.1177/1745691618804166.
15. Eccles J. S. (2009) Who Am I and What Am I Going to Do With My Life? Personal and Collective Identities as Motivators of Action // *Educational Psychologist*. Vol. 44. No 2. P. 78–89. doi:10.1080/00461520902832368.
16. Else-Quest N.M., Mineo C. C., Higgins A. (2013) Math and Science Attitudes and Achievement at the Intersection of Gender and Ethnicity // *Psychology of Women Quarterly*. Vol. 37. No 3. P. 293–309. doi:10.1177/0361684313480694.
17. Ertl B., Luttenberger S., Paechter M. (2017) The Impact of Gender Stereotypes on the Self-Concept of Female Students in STEM Subjects with an Under-Representation of Females // *Frontiers in Psychology*. Vol. 8. May. Art. No 703. doi:10.3389/fpsyg.2017.00703.
18. Fredericks J., Eccles J. S. (2002) Children's Competence and Value Beliefs from Childhood through Adolescence: Growthtrajectories in Two Male-Sex-Typed Domains // *Developmental Psychology*. Vol. 38. No 4. P. 519–533. doi:10.1037/0012-1649.38.4.519.
19. Freedman-Doan C., Wigfield A., Eccles J. S., Blumenfeld P., Arbreton A., Harold R. D. (2000) What Am I Best at? Grade and Gender Differences in Children's Beliefs about Ability Improvement // *Journal of Applied Developmental Psychology*. Vol. 21. No 4. P. 379–402.
20. Fryer R., Levitt S. (2010) An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics // *American Economic Journal: Applied Economics*. Vol. 2. No 2. P. 210–240. doi:10.1257/app.2.2.210.
21. Gunderson E. A., Sorhagen N. S., Gripshover S. J., Dweck C. S., Goldin-Meadow S., Levine S. C. (2018) Parent Praise to Toddlers Predicts Fourth-Grade Academic Achievement via Children's Incremental Mindsets // *Developmental Psychology*. Vol. 54. No 3. P. 397–409. doi:10.1037/dev0000444.
22. Haimovitz K., Dweck C. S. (2016) Parents' Views of Failure Predict Children's Fixed and Growth Intelligence Mind-Sets // *Psychological Science*. Vol. 27. No 6. P. 859–869. doi:10.1177/0956797616639727.
23. Hattie J., Timperley H. (2007) The Power of Feedback // *Review of Educational Research*. Vol. 77. No 1. P. 81–112. doi:10.3102/003465430298487.
24. Herbert J., Stipek D. (2005) The Emergence of Gender Differences in Children's Perceptions of Their Academic Competence // *Journal of Applied Developmental Psychology*. Vol. 26. No 3. P. 276–295. doi:10.1016/j.appdev.2005.02.007.



25. Heyder A., Weidinger A. F., Cimpian A., Steinmayr R. (2020) Teachers' Belief that Math Requires Innate Ability Predicts Lower Intrinsic Motivation among Low-Achieving Students // *Learning and Instruction*. Vol. 65. No 2. Art. No 101220. doi:10.1016/j.learninstruc.2019.101220.
26. Hyde J. S., Lindberg S. M., Linn M. C., Ellis A. B., Williams C. C. (2008) Gender Similarities Characterize Math Performance // *Science*. Vol. 321. No 5888. P. 494–495. doi:10.1126/science.1160364.
27. Lee H. Y., Jamieson J. P., Miu A. S., Josephs R. A., Yeager D. S. (2019) An Entity Theory of Intelligence Predicts Higher Cortisol Levels when High School Grades Are Declining // *Child Development*. Vol. 90. No 6. P. e849–e867.
28. Lee J., Lee H. J., Song J., Bong M. (2021) Enhancing Children's Math Motivation with a Joint Intervention on Mindset and Gender Stereotypes // *Learning and Instruction*. Vol. 73. June. Art. No 101416. doi:10.1016/j.learninstruc.2020.101416.
29. Lent R. W., Brown S. D. (2019) Social Cognitive Career Theory at 25: Empirical Status of the Interest, Choice, and Performance Models // *Journal of Vocational Behavior*. Vol. 115. December. Art. No 103316. doi:10.1016/j.jvb.2019.06.004.
30. Licht B. G., Dweck C. S. (1984) Determinants of Academic Achievement: The Interaction of Children's Achievement Orientations with Skill Area // *Developmental Psychology*. Vol. 20. No 4. P. 628–636. doi:10.1037/0012-1649.20.4.628.
31. Lottero-Perdue P. S., Lachapelle C. P. (2019) Instruments to Measure Elementary Student Mindsets about Smartness and Failure in General and with Respect to Engineering // *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. Vol. 7. No 2. P. 197–214. doi:10.18404/ijemst.552468.
32. Macakova V., Wood C. (2020) The Relationship between Academic Achievement, Self-Efficacy, Implicit Theories and Basic Psychological Needs Satisfaction among University Students // *Studies in Higher Education*. doi:10.1080/03075079.2020.1739017.
33. Mangels J. A., Butterfield B., Lamb J., Good C., Dweck C. S. (2006) Why Do Beliefs about Intelligence Influence Learning Success? A Social Cognitive Neuroscience Model // *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. Vol. 1. No 2. P. 75–86. doi:10.1093/scan/nsi013.
34. Martin A. J., Bostwick K., Collie R. J., Tarbetsky A. (2017) Implicit Theories of Intelligence // V. Zeigler-Hill, T. K. Shackelford (eds) *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*. New York: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3\_980.
35. McCutchen K. L., Jones M. H., Carbonneau K. J., Mueller C. E. (2016) Mindset and Standardized Testing over Time // *Learning and Individual Differences*. Vol. 45. December. P. 208–213. doi:10.1016/j.lindif.2015.11.027.
36. Nollenberger N., Rodríguez-Planas N., Sevilla A. (2016) The Math Gender Gap: The Role of Culture // *American Economic Review*. Vol. 106. No 5. P. 257–261. doi:10.1257/aer.p20161121.
37. O'Rourke E., Haimovitz K., Ballweber C., Dweck C., Popović Z. (2014) Brain Points: A Growth Mindset Incentive Structure Boosts Persistence in an Educational Game // *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (Toronto, 2014, April 26—May 1). P. 3339–3348.
38. Park D., Gunderson E. A., Tsukayama E., Levine S. C., Beilock S. L. (2016) Young Children's Motivational Frameworks and Math Achievement: Relation to Teacher-Reported Instructional Practices, but not Teacher Theory of Intelligence // *Journal of Educational Psychology*. Vol. 108. No 3. P. 300–313. doi:10.1037/edu0000064.

39. Park D., Tsukayama E., Yu A., Duckworth A. L. (2020) The Development of Grit and Growth Mindset during Adolescence // *Journal of Experimental Child Psychology*. Vol. 198. No 3. Art. No 104889. doi:10.1016/j.jecp.2020.104889.
40. Petscher Y., Al Otaiba S., Wanzek J., Rivas B., Jones F. (2017) The Relation between Global and Specific Mindset with Reading Outcomes for Elementary School Students // *Scientific Studies of Reading*. Vol. 21. No 5. P. 376–391. doi:10.1080/10888438.2017.1313846.
41. Rattan A., Good C., Dweck C. S. (2012) “It’s Ok—Not Everyone Can Be Good at Math”: Instructors with an Entity Theory Comfort (and Demotivate) Students // *Journal of Experimental Social Psychology*. Vol. 48. No 3. P. 731–737. doi:10.1016/j.jesp.2011.12.012.
42. Robinson-Cimpian J.P., Lubienski S. T., Ganley C. M., Copur-Gencturk Y. (2014) Teachers’ Perceptions of Students’ Mathematics Proficiency May Exacerbate Early Gender Gaps in Achievement // *Developmental Psychology*. Vol. 50. No 4. P. 1262–1281. doi:10.1037/a0035073.
43. Romero C., Master A., Paunesku D., Dweck C. S., Gross J.J. (2014) Academic and Emotional Functioning in Middle School: The Role of Implicit Theories // *Emotion*. Vol. 14. No 2. P. 227–234. doi:10.1037/a0035490.
44. Sadler P. M., Sonnert G., Hazari Z., Tai R. (2012) Stability and Volatility of STEM Career Interest in High School: A Gender Study // *Science Education*. Vol. 96. No 3. P. 411–427. doi:10.1002/sce.21007.
45. Schroder H. S., Fisher M. E., Lin Y., Lo S. L., Danovitch J. H., Moser J. S. (2017) Neural Evidence for Enhanced Attention to Mistakes among School-Aged Children with a Growth Mindset // *Developmental Cognitive Neuroscience*. Vol. 24. Iss. C. P. 42–50. doi:10.1016/j.dcn.2017.01.004.
46. Schroder H. S., Moran T. P., Donnellan M. B., Moser J. S. (2014) Mindset Induction Effects on Cognitive Control: A Neurobehavioral Investigation // *Biological Psychology*. Vol. 103. December. P. 27–37. doi:10.1016/j.biopsycho.2014.08.004.
47. She H. C. (2000) The Interplay of a Biology Teacher’s Beliefs, Teaching Practices and Gender-Based Student-Teacher Classroom Interaction // *Educational Research*. Vol. 42. No 1. P. 100–111. doi:10.1080/001318800363953.
48. Shively R. L., Ryan C. S. (2013) Longitudinal Changes in College Math Students’ Implicit Theories of Intelligence // *Social Psychology of Education*. Vol. 16. No 2. P. 241–256. doi:10.1007/s11218-012-9208-0.
49. Skipper Y., Douglas K. M. (2015) The Influence of Teacher Feedback on Children’s Perceptions of Student-Teacher Relationships // *British Journal of Educational Psychology*. Vol. 85. No 3. P. 276–288. doi:10.1111/bjep.12070.
50. Skipper Y., Leman P.J. (2017) The Role of Feedback in Young People’s Academic Choices // *International Journal of Science Education*. Vol. 39. No 4. P. 453–467. doi:10.1080/09500693.2017.1294783.
51. Stout J. G., Blaney J. M. (2017) “But It Doesn’t Come Naturally”: How Effort Expenditure Shapes the Benefit of Growth Mindset on Women’s Sense of Intellectual Belonging in Computing // *Computer Science Education*. Vol. 27. Iss. 3–4. P. 215–228. doi:10.1080/08993408.2018.1437115.
52. Swiatek M. A., Lupkowski-Shopluk, A., O’Donoghue C.C. (2000) Gender Differences in Above-Level EXPLORE Scores of Gifted Third through Sixth Graders // *Journal of Educational Psychology*. Vol. 92. No 4. P. 718–723. doi:10.1037/0022-0663.92.4.718.
53. Tiedemann J. (2000) Parents’ Gender Stereotypes and Teachers’ Beliefs as Predictors of Children’s Concept of their Mathematical Ability in Elementary School // *Journal of Educational Psychology*. Vol. 92. No 1. P. 144–151. doi:10.1037/0022-0663.92.1.144.
54. Wang M. T., Degol J., Ye F. (2015) Math Achievement is Important, but Task Va-

- lues are Critical, too: Examining the Intellectual and Motivational Factors Leading to Gender Disparities in STEM Careers // *Frontiers in Psychology*. Vol. 6. Art. No 36. doi:10.3389/fpsyg.2015.00036.
55. Wieling M. B., Hofman W. H. A. (2010) The Impact of Online Video Lecture Recordings and Automated Feedback on Student Performance // *Computers and Education*. Vol. 54. No 4. P. 992–998. doi:10.1016/j.compedu.2009.10.002.
56. Yeager D. S., Dweck C. S. (2020) What Can Be Learned from Growth Mindset Controversies? // *American Psychologist*. Vol. 75. No 9. P. 1269–1284. doi:10.1037/amp0000794.
57. Yeager D. S., Romero C., Paunesku D., Hulleman C. S., Schneider B., Hinojosa C., Dweck C. S. (2016) Using Design Thinking to Improve Psychological Interventions: The Case of the Growth Mindset during the Transition to High School // *Journal of Educational Psychology*. Vol. 108. No 3. P. 374–391. doi:10.1037/edu0000098.
58. Yee D. K., Eccles J. S. (1988) Parent Perceptions and Attributions for Children's Math Achievement // *Sex Roles*. Vol. 19. No 5–6. P. 317–333. doi:10.1007/BF00289840.
59. Zingoni M., Byron K. (2017) How Beliefs about the Self Influence Perceptions of Negative Feedback and Subsequent Effort and Learning // *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. Vol. 139. March. P. 50–62. doi:10.1016/j.obhdp.2017.01.007.

## References

- Bandura A. (1986) *Social Foundations of Thought and Action*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bhanot R., Jovanovic J. (2005) Do Parents' Academic Gender Stereotypes Influence Whether They Intrude on Their Children's Homework? *Sex Roles*, vol. 52, no 9–10, pp. 597–607.
- Bian L., Leslie S. J., Murphy M. C., Cimpian A. (2018) Messages about Brilliance Undermine Women's Interest in Educational and Professional Opportunities. *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 76, November, pp. 404–420. doi:10.1016/j.jesp.2017.11.006.
- Blackwell L. S., Trzesniewski K. H., Dweck C. S. (2007) Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, vol. 78, no 1, pp. 246–263. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x.
- Bogdanova O. Y., Miklashevsky A., Bogdanova E. L., Soldatenkova O. B. (2019) Akademicheskie dostizheniya shkol'nikov po matematike i inostrannomu yazyku: individual'nye kharakteristiki i gendernye stereotipy [Academic Achievement in Math and Foreign Language: Individual Characteristics and Gender Stereotypes]. *Siberian Journal of Psychology*, no 73, pp. 176–196. doi:10.17223/17267080/73/11.
- Bonne L., Johnston M. (2016) Students' Beliefs about Themselves as Mathematics Learners. *Thinking Skills and Creativity*, vol. 20, February, pp. 17–28. doi:10.1016/j.tsc.2016.02.001.
- Cvencek D., Meltzoff A. N., Greenwald A. G. (2011) Math-Gender Stereotypes in Elementary School Children. *Child Development*, vol. 82, no 3, pp. 766–779. doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01529.x.
- Degol J. L., Wang M. T., Zhang Y., Allerton J. (2018) Do Growth Mindsets in Math Benefit Females? Identifying Pathways between Gender, Mindset, and Motivation. *Journal of Youth and Adolescence*, vol. 47, no 5, pp. 976–990. doi:10.1007/s10964-017-0739-8.
- Dweck C. S. (2006) Is Math a Gift? Beliefs That Put Females at Risk. *Why Aren't More Women in Science? Top Researchers Debate the Evidence* (eds S. J. Ceci,

- W. Williams), Washington, DC: American Psychological Association, pp. 47–55. doi:10.1037/11546-004.
- Dweck C.S., Licht B.G. (1980) Learned Helplessness and Intellectual Achievement. *Human Helplessness: Theory and Applications* (eds J. Garber, M.E.P. Seligman), London: Academic Press, pp. 197–221.
- Dweck C.S., Yeager D.S. (2019) Mindsets: A View from Two Eras. *Perspectives on Psychological Science*, vol. 14, no 3, pp. 481–496. doi:10.1177/1745691618804166.
- Eccles J.S. (2009) Who Am I and What Am I Going to Do With My Life? Personal and Collective Identities as Motivators of Action. *Educational Psychologist*, vol. 44, no 2, pp. 78–89. doi:10.1080/00461520902832368.
- Else-Quest N.M., Mineo C.C., Higgins A. (2013) Math and Science Attitudes and Achievement at the Intersection of Gender and Ethnicity. *Psychology of Women Quarterly*, vol. 37, no 3, pp. 293–309. doi:10.1177/0361684313480694.
- Ertl B., Luttenberger S., Paechter M. (2017) The Impact of Gender Stereotypes on the Self-Concept of Female Students in STEM Subjects with an Under-Representation of Females. *Frontiers in Psychology*, vol. 8, May, art. no 703. doi:10.3389/fpsyg.2017.00703.
- Fredericks J., Eccles J.S. (2002) Children's Competence and Value Beliefs from Childhood through Adolescence: Growthtrajectories in Two Male-Sex-Typed Domains. *Developmental Psychology*, vol. 38, no 4, pp. 519–533. doi:10.1037/0012-1649.38.4.519.
- Freedman-Doan C., Wigfield A., Eccles J.S., Blumenfeld P., Arbretton A., Harold R.D. (2000) What Am I Best at? Grade and Gender Differences in Children's Beliefs about Ability Improvement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, vol. 21, no 4, pp. 379–402.
- Fryer R., Levitt S. (2010) An Empirical Analysis of the Gender Gap in Mathematics. *American Economic Journal: Applied Economics*, vol. 2, no 2, pp. 210–240. doi:10.1257/app.2.2.210.
- Gunderson E.A., Sorhagen N.S., Gripshover S.J., Dweck C.S., Goldin-Meadow S., Levine S.C. (2018) Parent Praise to Toddlers Predicts Fourth-Grade Academic Achievement via Children's Incremental Mindsets. *Developmental Psychology*, vol. 54, no 3, pp. 397–409. doi:10.1037/dev0000444.
- Haimovitz K., Dweck C.S. (2016) Parents' Views of Failure Predict Children's Fixed and Growth Intelligence Mind-Sets. *Psychological Science*, vol. 27, no 6, pp. 859–869. doi:10.1177/0956797616639727.
- Hattie J., Timperley H. (2007) The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, vol. 77, no 1, pp. 81–112. doi:10.3102/003465430298487.
- Herbert J., Stipek D. (2005) The Emergence of Gender Differences in Children's Perceptions of Their Academic Competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, vol. 26, no 3, pp. 276–295. doi:10.1016/j.appdev.2005.02.007.
- Heyder A., Weidinger A.F., Cimpian A., Steinmayr R. (2020) Teachers' Belief that Math Requires Innate Ability Predicts Lower Intrinsic Motivation among Low-Achieving Students. *Learning and Instruction*, vol. 65, no 2, art. no 101220. doi:10.1016/j.learninstruc.2019.101220.
- Hyde J.S., Lindberg S.M., Linn M.C., Ellis A.B., Williams C.C. (2008) Gender Similarities Characterize Math Performance. *Science*, vol. 321, no 5888, pp. 494–495. doi:10.1126/science.1160364.
- Kondaurova I.K., Shapshalova T.V. (2017) Genderny podkhod pri obuchenii matematike v shkole [Gender Approach in the Teaching of Mathematics at School]. *Baltic Humanitarian Journal*, vol. 6, no 1 (18), pp. 168–171.
- Kornilov S.A. (2011) Samootsenka intellekta i uspeshnost' obucheniya: mini metaanaliz [Self-Estimates of Intelligence and Academic Achievement: Mini Meta-Analysis]. *Moscow University Psychology Bulletin*, no 3, pp. 56–65.

- Lee H. Y., Jamieson J. P., Miu A. S., Josephs R. A., Yeager D. S. (2019) An Entity Theory of Intelligence Predicts Higher Cortisol Levels when High School Grades Are Declining. *Child Development*, vol. 90, no 6, pp. e849–e867.
- Lee J., Lee H. J., Song J., Bong M. (2021) Enhancing Children's Math Motivation with a Joint Intervention on Mindset and Gender Stereotypes. *Learning and Instruction*, vol. 73, June, art. no 101416. doi:10.1016/j.learninstruc.2020.101416.
- Lent R. W., Brown S. D. (2019) Social Cognitive Career Theory at 25: Empirical Status of the Interest, Choice, and Performance Models. *Journal of Vocational Behavior*, vol. 115, December, art. no 103316. doi:10.1016/j.jvb.2019.06.004.
- Licht B. G., Dweck C. S. (1984) Determinants of Academic Achievement: The Interaction of Children's Achievement Orientations with Skill Area. *Developmental Psychology*, vol. 20, no 4, pp. 628–636. doi:10.1037/0012-1649.20.4.628.
- Lottero-Perdue P. S., Lachapelle C. P. (2019) Instruments to Measure Elementary Student Mindsets about Smartness and Failure in General and with Respect to Engineering. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, vol. 7, no 2, pp. 197–214. doi:10.18404/ijemst.552468.
- Macakova V., Wood C. (2020) The Relationship between Academic Achievement, Self-Efficacy, Implicit Theories and Basic Psychological Needs Satisfaction among University Students. *Studies in Higher Education*. doi:10.1080/03075079.2020.1739017.
- Mangels J. A., Butterfield B., Lamb J., Good C., Dweck C. S. (2006) Why Do Beliefs about Intelligence Influence Learning Success? A Social Cognitive Neuroscience Model. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, vol. 1, no 2, pp. 75–86. doi:10.1093/scan/nsl013.
- Martin A. J., Bostwick K., Collie R. J., Tarbetsky A. (2017) Implicit Theories of Intelligence. *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (eds V. Zeigler-Hill, T. K. Shackelford), New York: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3\_980.
- McCutchen K. L., Jones M. H., Carbonneau K. J., Mueller C. E. (2016) Mindset and Standardized Testing over Time. *Learning and Individual Differences*, vol. 45, December, pp. 208–213. doi:10.1016/j.lindif.2015.11.027.
- Mirskaya V. D. (2014) Vliyanie gendernykh razlichiy mladshikh shkolnikov na rabotu uchitelya nachalnykh klassov [The Influence of Gender Differences of Younger Schoolchildren on the Work of Primary School Teachers]. Proceedings of the 71st scientific Conference of Students and Postgraduates of the Belarusian State University (Minsk, 2014, May, 18–21): in 3 parts, Minsk: Belarusian State University, part 1, pp. 428–432.
- Nollenberger N., Rodríguez-Planas N., Sevilla A. (2016) The Math Gender Gap: The Role of Culture. *American Economic Review*, vol. 106, no 5, pp. 257–261. doi:10.1257/aer.p20161121.
- O'Rourke E., Haimovitz K., Ballweber C., Dweck C., Popović Z. (2014) Brain Points: A Growth Mindset Incentive Structure Boosts Persistence in an Educational Game. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Toronto, 2014, April 26—May 1), pp. 3339–3348.
- Park D., Gunderson E. A., Tsukayama E., Levine S. C., Beilock S. L. (2016) Young Children's Motivational Frameworks and Math Achievement: Relation to Teacher-Reported Instructional Practices, but not Teacher Theory of Intelligence. *Journal of Educational Psychology*, vol. 108, no 3, pp. 300–313. doi:10.1037/edu0000064.
- Park D., Tsukayama E., Yu A., Duckworth A. L. (2020) The Development of Grit and Growth Mindset during Adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 198, no 3, art. no 104889. doi:10.1016/j.jecp.2020.104889.
- Petscher Y., Al Otaiba S., Wanzek J., Rivas B., Jones F. (2017) The Relation between Global and Specific Mindset with Reading Outcomes for Elementary School

- Students. *Scientific Studies of Reading*, vol. 21, no 5, pp. 376–391. doi:10.1080/10888438.2017.1313846.
- Rattan A., Dweck C.S. (2012) “It’s Ok—Not Everyone Can Be Good at Math”: Instructors with an Entity Theory Comfort (and Demotivate) Students. *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 48, no 3, pp. 731–737. doi:10.1016/j.jesp.2011.12.012.
- Robinson-Cimpian J.P., Lubienski S.T., Ganley C.M., Copur-Gencturk Y. (2014) Teachers’ Perceptions of Students’ Mathematics Proficiency May Exacerbate Early Gender Gaps in Achievement. *Developmental Psychology*, vol. 50, no 4, pp. 1262–1281. doi:10.1037/a0035073.
- Romero C., Master A., Paunesku D., Dweck C.S., Gross J.J. (2014) Academic and Emotional Functioning in Middle School: The Role of Implicit Theories. *Emotion*, vol. 14, no 2, pp. 227–234. doi:10.1037/a0035490.
- Sadler P.M., Sonnert G., Hazari Z., Tai R. (2012) Stability and Volatility of STEM Career Interest in High School: A Gender Study. *Science Education*, vol. 96, no 3, pp. 411–427. doi:10.1002/sce.21007.
- Schroder H.S., Fisher M.E., Lin Y., Lo S.L., Danovitch J.H., Moser J.S. (2017) Neural Evidence for Enhanced Attention to Mistakes among School-Aged Children with a Growth Mindset. *Developmental Cognitive Neuroscience*, vol. 24, iss. C, pp. 42–50. doi:10.1016/j.dcn.2017.01.004.
- Schroder H.S., Moran T.P., Donnellan M.B., Moser J.S. (2014) Mindset Induction Effects on Cognitive Control: A Neurobehavioral Investigation. *Biological Psychology*, vol. 103, December, pp. 27–37. doi:10.1016/j.biopsycho.2014.08.004.
- She H.C. (2000) The Interplay of a Biology Teacher’s Beliefs, Teaching Practices and Gender-Based Student-Teacher Classroom Interaction. *Educational Research*, vol. 42, no 1, pp. 100–111. doi:10.1080/001318800363953.
- Shively R.L., Ryan C.S. (2013) Longitudinal Changes in College Math Students’ Implicit Theories of Intelligence. *Social Psychology of Education*, vol. 16, no 2, pp. 241–256. doi:10.1007/s11218-012-9208-0.
- Skipper Y., Douglas K.M. (2015) The Influence of Teacher Feedback on Children’s Perceptions of Student-Teacher Relationships. *British Journal of Educational Psychology*, vol. 85, no 3, pp. 276–288. doi:10.1111/bjep.12070.
- Skipper Y., Leman P.J. (2017) The Role of Feedback in Young People’s Academic Choices. *International Journal of Science Education*, vol. 39, no 4, pp. 453–467. doi:10.1080/09500693.2017.1294783.
- Stout J.G., Blaney J.M. (2017) “But It Doesn’t Come Naturally”: How Effort Expenditure Shapes the Benefit of Growth Mindset on Women’s Sense of Intellectual Belonging in Computing. *Computer Science Education*, vol. 27, iss. 3–4, pp. 215–228. doi:10.1080/08993408.2018.1437115.
- Swiatek M.A., Lupkowski-Shoplik, A., O’Donoghue C.C. (2000) Gender Differences in Above-Level EXPLORE Scores of Gifted Third through Sixth Graders. *Journal of Educational Psychology*, vol. 92, no 4, pp. 718–723. doi:10.1037//0022-0663.92.4.718.
- Tiedemann J. (2000) Parents’ Gender Stereotypes and Teachers’ Beliefs as Predictors of Children’s Concept of their Mathematical Ability in Elementary School. *Journal of Educational Psychology*, vol. 92, no 1, pp. 144–151. doi:10.1037/0022-0663.92.1.144.
- Wang M.T., Degol J., Ye F. (2015) Math Achievement is Important, but Task Values are Critical, too: Examining the Intellectual and Motivational Factors Leading to Gender Disparities in STEM Careers. *Frontiers in Psychology*, vol. 6, art. no 36. doi:10.3389/fpsyg.2015.00036.
- Wieling M.B., Hofman W.H.A. (2010) The Impact of Online Video Lecture Recordings and Automated Feedback on Student Performance. *Computers and Education*, vol. 54, no 4, pp. 992–998. doi:10.1016/j.compedu.2009.10.002.

- Yeager D.S., Dweck C.S. (2020) What Can Be Learned from Growth Mindset Controversies? *American Psychologist*, vol. 75, no 9, pp. 1269–1284. doi:10.1037/amp0000794.
- Yeager D.S., Romero C., Paunesku D., Hulleman C.S., Schneider B., Hinojosa C., Dweck C.S. (2016) Using Design Thinking to Improve Psychological Interventions: The Case of the Growth Mindset during the Transition to High School. *Journal of Educational Psychology*, vol. 108, no 3, pp. 374–391. doi:10.1037/edu0000098.
- Yee D.K., Eccles J.S. (1988) Parent Perceptions and Attributions for Children's Math Achievement. *Sex Roles*, vol. 19, no 5–6, pp. 317–333. doi:10.1007/BF00289840.
- Zingoni M., Byron K. (2017) How Beliefs about the Self Influence Perceptions of Negative Feedback and Subsequent Effort and Learning. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 139, March, pp. 50–62. doi:10.1016/j.obhdp.2017.01.007.