

# Определение эффекта учебника и влияния индивидуальных характеристик на академическую успеваемость школьников по химии


Личидова Регина Александровна  
Центр нейронаук в образовании университета ИТМО

# Проблема

Недостаточно исследованы химическая успешность и эффект учебника на успеваемость!

Некоторые исследования продемонстрировали взаимосвязь, например, пространственных способностей с достижениями в области химии и выбором профессии [1].

Топ-15 STEM-профессий в России на 2021 [2]

Ранг	Профессии	Области STEM	Индекс значимости
1	Физик	 	1,00
2	Математик	 	0,51
3	Химик, инженер-химик	 	0,28
4	Разработчик программного обеспечения	 	0,05

1 - Oliver-Hoyo, M., & Babilonia-Rosa, M. A. (2017). Promotion of Spatial Skills in Chemistry and Biochemistry Education at the College Level. *Journal of Chemical Education*, 94(8), 996–1006. doi:10.1021/acs.jchemed.7b00094

2 - Расчеты на основе системы интеллектуального анализа больших данных iFORA (правообладатель — ИСИЭЗ НИУ ВШЭ)

**Цель** - определение влияния эффекта учебника и индивидуальных характеристик на академическую успеваемость школьников в химии

### **Задачи:**

1. Проанализировать научную литературу по эффекту учебника и индивидуальных различий школьников в химии и других предметах (например, математики);
2. Разработать дизайн исследования и получить одобрение Этического комитета для проведения экспериментов со школьниками;
3. Провести эксперименты на базе школ Санкт-Петербурга;
4. Провести анализ данных и обобщение результатов исследования, разработать предложения по интервенции в образовательный процесс с учетом полученных результатов

### **Гипотезы исследования**

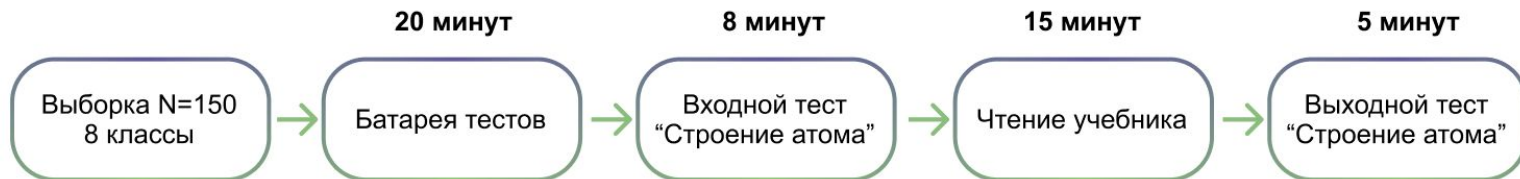
H1: Учебник имеет эффект на академическую успеваемость учащихся в химии;

H2: Индивидуальные характеристики (когнитивные и некогнитивные способности) влияют на успеваемость учащихся по химии

# Дизайн исследования



Одобен Этическим комитетом  
междисциплинарных исследований ТГУ



## Участники:

- Физико-математический лицей № 30
- Школа № 77 с углубленным изучением химии
- Школа №197 с углубленным изучением химии
- Школа № 206

## Опросники на определение:

- Самооценки способностей в изучении химии
- Мотивации относительно изучения химии
- Химической тревожности
- Установка на рост
- Пространственных способностей
- Химических способностей (батарея Торренса)

## Входное тестирование включает в себя

15 вопросов по теме "Строение атома" с одним выбором ответа

## Учебники химии 8 класса следующих авторов:

- Еремин В.В., Кузьменко Н.Е., 2012
- Рудзитис Г.Е., Фельдман Ф.Г., 2016
- Новошинский И.И., Новошинская Н.С., 2013
- Габриелян О.С., 2013
- Шиманович И.Е. и др., 2018

## Выходное тестирование включает в себя

15 вопросов по теме "Строение атома" с одним выбором ответа

# Самооценка способностей в изучении химии (Chemistry Self-concept)

Опросник математической самооценки [3] был адаптирован для химии путем замены дисциплины математики на химию.

**Инструкция:** оцените по шкале от 1 до 4 (1 – «Полностью не согласен», 4 – «полностью согласен»), насколько Вы согласны со следующими утверждениями. Свой ответ укажите любым символом (например, галочкой) в соответствующей ячейке.

Утверждение	Варианты ответа			
	1 - Полностью не согласен	2 - Скорее не согласен	3 - Скорее согласен	4 - Полностью согласен
А. Я получаю хорошие оценки по химии				
В. Я понимаю даже самые сложные темы на уроках химии				
С. Обычно я хорошо успеваю по химии				

3 - Kvedere L. Mathematics Self-concept of the 9th Grade Students in Latvia // Procedia - Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Vol. 46. P. 3380–3384.

# Мотивация относительно изучения химии (Chemistry Motivation)

В исследовании использовалась адаптированная версия опросника по математической мотивации от PISA [4]

**Инструкция:** оцените по шкале от 1 до 3 (1 – «Абсолютно не согласен», 3- «Абсолютно согласен») следующие утверждения. Свой ответ укажите любым символом (например, галочкой) в соответствующей ячейке.

Утверждение	Варианты ответа		
	1 – «Абсолютно не согласен»	2 – «Нейтрален»	3 – «Абсолютно согласен»
А. Я с нетерпением жду уроков химии			
В. Я занимаюсь химией, потому что мне это нравится			
С. Меня интересует то, что я узнаю на уроках химии			

4 - PISA. TEDS measures were selected from the PISA 2000, 2003 and 2006 student questionnaires

# Химическая тревожность (Chemistry Anxiety)

Опросник математической тревожности [5] был адаптирован для химии путем замены в вопросах «математика» на «химия».

**Инструкция:** оцените каждое утверждение по шкале от 1 до 5 (1 – «Низкая тревога», 5 – «Высокая тревога») с точки зрения того, насколько сильно Вы тревожитесь в каждой из описанных ситуаций. Свой ответ укажите любым символом (например, галочкой) в соответствующей ячейке.

5 - Hopko D., Robertson S., Lejuez C. Behavioral Activation for Anxiety Disorders // The Behavior Analyst Today. – 2006. – Vol. 7.

Утверждение	Варианты ответа				
	1 – «Низкая тревога»	2 – «Немного тревоги»	3 – «Умеренная тревога»	4 – «Существенная тревога»	5 – «Высокая тревога»
1. Используя таблицы в конце учебника по химии					
2. Думая накануне о предстоящем тесте по химии					
3. Наблюдая, как преподаватель объясняет химическое уравнение реакции на доске					

# Установка на рост (Growth Mindset)

Три пункта имплицитной теории интеллекта использовались для измерения установки на рост [6]:

**Инструкция:** Мы хотели бы задать вам три вопроса о ваших убеждениях относительно интеллекта. Помните, здесь нет верных или неверных ответов, нам интересно ваше мнение. Используя шкалу ниже, ответьте, насколько вы согласны или не согласны со следующими утверждениями:

Утверждение	Варианты ответа					
	1 – «Абсолютно не согласен»	2 – «Не согласен»	3 – «Скорее не согласен»	4 – «Скорее согласен»	5 – «Согласен»	6 – «Полностью согласен»
1. Вы можете узнавать что-то новое, но изменить свой интеллект Вы не сможете.						
2. Интеллект — это то, что нельзя значительно изменить.						
3. У человека есть определенное количество интеллекта и это нельзя изменить.						

6 - Dweck, C. S., Chiu, C., & Hong, Y. (1995). Implicit Theories and Their Role in Judgments and Reactions: A Word From Two Perspectives. *Psychological Inquiry*, 6(4), 267–285



# Пространственные способности (Spatial Abilities)

Тест Shape rotation из батареи OSSAB [7] использовался для измерения пространственных способностей

7 - Likhanov, M.V., Tsigeman, E.S., Kovas, Y. Online Short Spatial Ability Battery (OSSAB): Psychometric Norms for Older Students. Sibirskiy Psikhologicheskiy Zhurnal – Siberian journal of psychology. 2020; 78: 117–129. doi:10.17223/17267080/78/7.

**Инструкция:** В этом цикле заданий Вы увидите совокупность из нескольких фигур и постараетесь мысленно повернуть изображение. Вам необходимо определить, какой из пяти представленных ниже вариантов ответа совпадает с исходным изображением. Важно, чтобы отдельно каждая из фигур в исходном изображении не меняла своей формы и положения. На каждое задание только один ответ.

1 задание				
A	B	C	D	E

# Химические способности

Как показано в исследованиях Волковой Е. В. [8], отображение химических образов в невербальной батарее Торренса может служить более надежным критерием, чем успеваемость для выявления потенциально способных в химии студентов.

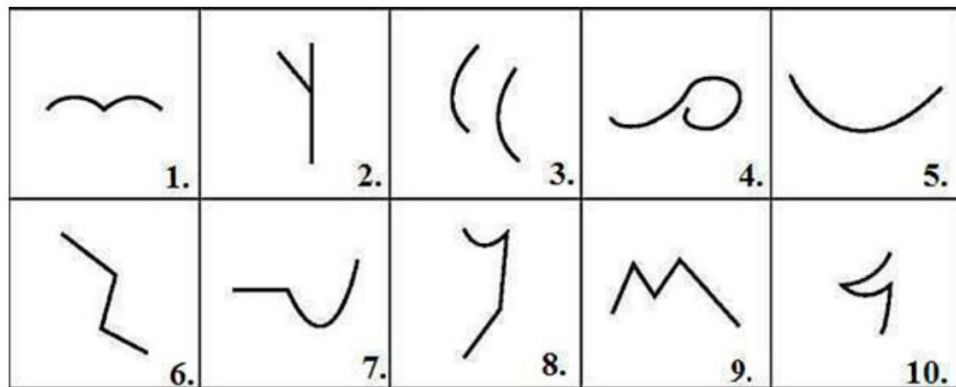
8 - Волкова Е.В. Использование методики Е. Торренса для изучения способностей студентов-химиков // Известия Уральского государственного университета. 2007. № 50 (2007). Серия: Проблемы образования, науки и культуры. Выпуск 21. С. 241-253.

**Инструкция:** Закончи рисунок.

На этой странице нарисованы незаконченные фигурки. Если ты добавишь к ним дополнительные линии, у тебя получатся интересные предметы или сюжетные картинки.

На выполнение этого задания отводится 10 минут. Постарайся придумать такую картинку или историю, которую никто другой не сможет придумать. Сделай ее полной и интересной, добавляй к ней новые идеи.

Придумай интересное название для каждой картинки и напиши его внизу под картинкой.



# Предметный тест на уровень знаний по теме “Строение атома”

Тест «Строение атома» разработан экспертной командой лаборатории «Нейропедагогика химического образования», включающей кандидатов химических наук и преподавателей химии школьного и университетского уровня.

$\alpha$  (Тест 1 - входной тест) = 0,673

$\alpha$  (Тест 2 - выходной тест) = 0,827

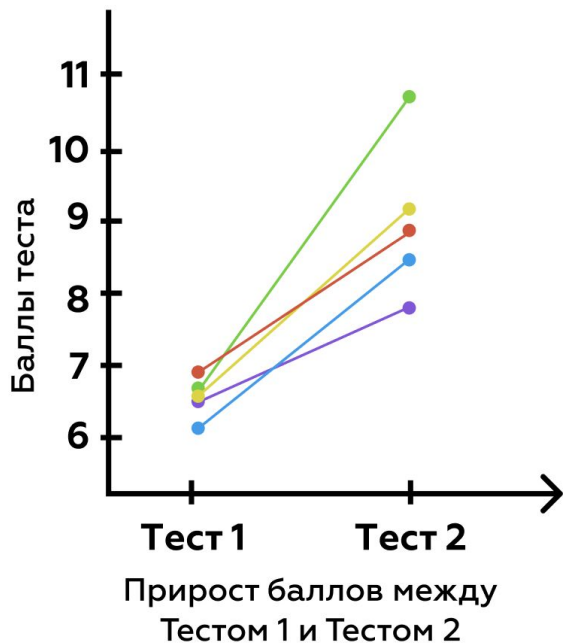
**Инструкция:** ответьте на вопросы ниже, обведя в кружок ваш вариант ответа. На каждый вопрос только один ответ.

**Будьте внимательны, на тест отводится 8 минут!**

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Атомы состоят из трех видов частиц протонов, электронов и ...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Нейронов</li><li>2. Ионов</li><li>3. Нейтронов</li><li>4. Нуклидов</li></ol>
2	Электрон – это частица, которая ...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Несет положительный заряд</li><li>2. Не заряжена</li><li>3. Отрицательно заряжена</li><li>4. Находится в ядре</li></ol>
3	Вид атомов с одинаковым зарядом ядра – это ...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Химический элемент</li><li>2. Изотопы</li><li>3. Молекула</li><li>4. Атом</li></ol>
4	Изотопы одного и того же элемента имеют одинаковое число ...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Нейтронов и электронов</li><li>2. Электронов и протонов</li><li>3. Нейтронов и протонов</li><li>4. Нейронов и электронов</li></ol>
5	Формула $N=2n^2$ определяет максимальное количество электронов на энергетическом уровне, где $n$ - ...	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Порядковый номер</li><li>2. Количество электронов на внешнем уровне</li><li>3. Номер энергетического уровня</li><li>4. Массовое число</li></ol>

# Результаты

Есть ли эффект учебника на успеваемость школьников?



Одномерный дисперсионный анализ с повторными измерениями для определения эффекта учебника:

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2_p$
RM Factor 1	421.466	1	421.466	111.641	< .001	0.440
RM Factor 1 * Textbook	45.581	4	11.395	3.018	<b>0.020</b>	0.078
Residuals	536.079	142	3.775			

# Результаты

Какие индивидуальные характеристики могут быть предикторами успеваемости по химии?



Была построена модель множественной линейной регрессии:

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized <sup>a</sup>	t	p
H <sub>0</sub>	(Intercept)	2.369	0.229		10.362	< .001
H <sub>1</sub>	(Intercept)	1.975	1.576		1.253	0.212
	Chemistry Self-concept	-0.071	0.106	-0.065	-0.669	0.505
	Chemistry Motivation	0.018	0.121	0.013	0.151	0.880
	Chemistry Anxiety	-0.073	0.035	-0.182	-2.090	0.038
	Growth Mindset	-0.030	0.069	-0.034	-0.434	0.665
	Spatial Abilities	0.195	0.071	0.222	2.743	0.007
	Textbook (1)	0.081	0.437		0.185	0.854
	Textbook (2)	1.321	0.435		3.036	0.003
	Textbook (3)	-0.206	0.433		-0.476	0.635
	Textbook (4)	-1.232	0.448		-2.750	0.007

## ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
H <sub>1</sub>	Regression	192.861	9	21.429	3.103	0.002
	Residual	959.837	139	6.905		
	Total	1152.698	148			

# Обсуждение результатов

1

**Учебник имеет небольшой эффект на академическую успеваемость**

Максимальный прирост баллов - учебник Новошинского И.И.

Минимальный прирост баллов - учебник Шимановича И.Е.

2

**Пространственные способности и химическая тревожность** являются значительными предикторами успеваемости по химии

Чем ниже уровень тревожности и выше пространственные способности, тем выше образовательные результаты по химии

Может быть основой для образовательных интервенций + требует дальнейших исследований

# Выводы

1. Гипотеза №1 подтвердилась: определен небольшой эффект учебника на академическую успеваемость по химии;
2. Гипотеза №2 частично подтвердилась: пространственные способности и химическая тревожность имеют значительное влияние на академическую успеваемость в химии;
3. В дальнейшем планируется проводить лонгитюдное исследование по определению эффекта учебника в течение полугода-года обучения школьников.