

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТВОРЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ

Степанов С.Ю.¹,
Оржековский П.А.²

¹ ГАОУ ВО г. Москвы

«Московский городской педагогический университет» (129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр-д, 4, Россия)

² ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет» (119991, г. Москва, ул. Малая Пироговская, 1/1, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Степанов Сергей Юрьевич,
e-mail: parusnik1@ya.ru

РЕЗЮМЕ

Обоснование. В условиях нарастающей роботизации и цифровизации большей части рутинных и алгоритмизируемых видов человеческой деятельности встаёт проблема творческого развития каждого ребёнка и индивидуализации обучения в массовой школе, особенно в сфере естественно-научного образования.

Цель: изучить предпосылки и возможности цифровизации творческого развития обучающихся как средства повышения рефлексивности их мыслительной деятельности при решении творческих задач и индивидуализации образовательного процесса в массовой школе на материале предмета химии.

Методы. На первом этапе исследования применялся опрос преподавателей химии. На втором этапе для верификации выявленных стереотипов разработаны диагностические задания по химии; на третьем – изучались способы преодоления школьниками стереотипных представлений по химии; на четвёртом – исследовалась оптимальная длительность работы над творческой задачей во время урока по химии, а на пятом – возможность оцифровки мыслительных действий с помощью компьютерной программы «CREO_DATUM».

Результаты. Из 70 различных вариантов ошибочных представлений по школьному курсу химии наиболее часто встречающимися оказались 18 стереотипов мышления. Возможность преодоления стереотипов связана не с дополнительными занятиями и разъяснениями учителей, а с самостоятельным решением обучающимися творческих задач, поскольку в этом процессе развивается рефлексия школьников, являющаяся условием преодоления стереотипов. Оптимальное время на уроках для выполнения обучающимися кратких творческих заданий – 10–12 минут. Оно достаточно для измерения таких креативных действий обучающихся, как дивергентность, критичность, уникальность. Для оцифровки мыслительной деятельности учащихся при решении творческих задач по химии и для автоматизации построения графиков креативного развития каждого обучающегося разработана и апробирована программа «CREO_DATUM».

Заключение. Многолетние исследования возможности использования предметно-творческих задач на материале школьного курса химии для развития креативности и рефлексивности обучающихся служат обоснованием для проектирования цифровых средств индивидуализации творческого развития обучающихся.

Ключевые слова: индивидуализация, стереотипные представления, рефлексивность, креативность, цифровизация, динамика креативного развития

Статья получена: 31.01.2022

Статья принята: 28.03.2022

Статья опубликована: 20.05.2022

Для цитирования: Степанов С.Ю., Оржековский П.А. Индивидуализация и цифровизация творческого развития обучающихся на уроках химии. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(2): 212–222. doi: 10.29413/ABS.2022-7.2.22

INDIVIDUALIZATION AND DIGITALIZATION OF CREATIVE DEVELOPMENT OF STUDENTS IN CHEMISTRY LESSONS

Stepanov S.Yu.¹,
Orzhekovskiy P.A.²

¹ Moscow City University
(Vtoroy Selskhozajstvenny proezd
4/1, Moscow 129226, Russian
Federation)

² Moscow Pedagogical State
University (Malaya Pirogovskaya str.
1/1, Moscow 119991, Russian
Federation)

Corresponding author:
Sergei Yu. Stepanov,
e-mail: parusnik1@ya.ru

ABSTRACT

Background. In the context of increasing robotization and digitalization of most of the routine and algorithmic types of human activity, the problem of the creative development of each child and the individualization of education in a public school, especially in the field of natural science education, arises.

The aim. To study the prerequisites and opportunities for digitalization of the creative development of students as a means of increasing the reflexivity of their mental activity in solving creative problems and individualizing the educational process in a public school based on the subject of chemistry.

Methods. At the first stage of the study, a survey of chemistry teachers was used. At the second stage, diagnostic tasks in chemistry were developed to verify the identified stereotypes; at the third stage, ways were studied to overcome stereotyped ideas in chemistry by schoolchildren; and at the fifth stage, the possibility of digitizing mental actions using the CREO_DATUM computer program was studied.

Results. Of the 70 different variants of erroneous ideas in the school chemistry course, 18 thinking stereotypes turned out to be the most common. The possibility of overcoming stereotypes is not associated with additional classes and explanations of teachers, but with the independent solution of creative tasks by students, since in this process the reflection of schoolchildren develops, which is a condition for overcoming stereotypes. The optimal time in the classroom for students to complete short creative tasks is 10–12 minutes. It is sufficient to measure such creative actions of students as divergence, criticality, uniqueness. To digitize the mental activity of students when solving creative problems in chemistry and to automate the construction of graphs for the creative development of each student, the CREO_DATUM program was developed and tested.

Conclusion. Long-term studies of the possibility of using subject-creative tasks based on the material of a school chemistry course for the development of creativity and reflexivity of students serve as a rationale for designing digital means for individualizing the creative development of students.

Key words: individualization, stereotypical representations, reflexivity, creativity, digitalization, dynamics of creative development

Received: 31.01.2022
Accepted: 28.03.2022
Published: 20.05.2022

For citation: Stepanov S.Yu., Orzhekovskiy P.A. Individualization and digitalization of creative development of students in chemistry lessons. *Acta biomedica scientifica*. 2022; 7(2): 212-222. doi: 10.29413/ABS.2022-7.2.22

ОБОСНОВАНИЕ

В условиях, когда требования к качеству образования существенно возрастают, когда всё более очевидным становится глобальный запрос на развитие творческого потенциала человека в перспективе нарастающей роботизации и цифровизации всех рутинных и алгоритмизируемых видов деятельности [1], чрезвычайно остро встаёт проблема индивидуализации образовательного процесса, нацеленного на творческое развитие каждого ребёнка. Известно, что каждый ребёнок – это индивидуальность, которая, с одной стороны, имеет различные предпосылки и условия для своего формирования (семейно-бытовые [2], социально-этнические [3], культурно-лингвистические [4] и т. д.), а с другой – детерминирована генетическими факторами [5], когнитивно-стилистическими особенностями [6], эмоционально-мотивационными [7] и другими ментальными характеристиками психики, обеспечивающими как разную успешность освоения в образовательном процессе учебного материала, так и творческого развития.

Вместе с тем существует несколько причин, почему учесть индивидуальные особенности развития каждого ребёнка и исходя из этого обеспечить наибольшую для него эффективность учебного процесса и творческого развития в системе массового образования крайне затруднительно. К таковым относятся следующие: *переполненность классов* (в массовых школах в классе учится обычно больше 25 детей); *загруженность учителей в цейтнот* календарно-тематического и поурочного планирования, построенного на основе перегруженной образовательной программы; *преимущественная нацеленность педагогов на подготовку школьников к ОГЭ и ЕГЭ*, поскольку именно по результатам последних оценивается качество образовательной деятельности, профессиональная успешность педагога и выстраивается рейтинг образовательной организации среди ей подобных.

В связи с этим становится актуальным поиск новых психолого-педагогических ресурсов, которые позволили бы преодолеть инерционность перечисленных негативных факторов, снижающих шансы перейти к индивидуализированной системе образования и творческого развития обучающихся в массовой школе.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить предпосылки и возможности цифровизации творческого развития обучающихся как средства повышения рефлексивности их мыслительной деятельности при решении творческих задач и индивидуализации образовательного процесса в массовой школе на материале предмета химии.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экспертный опрос преподавателей вуза и учителей химии и выявление перечня ошибочных (стереотипных)

представлений школьников, опытная работа по выявлению у обучающихся наиболее распространённых стереотипных химических представлений, педагогический эксперимент по преодолению обучающимися стереотипных химических представлений; выявление оптимального времени, необходимого для выполнения обучающимися творческих заданий на уроках и подходов цифровизации креативных действий обучающихся, а также условий автоматизации построения кривых креативного развития каждого ученика. Общая продолжительность всех этапов исследования – 6 лет.

Объект исследования: процесс формирования предметных компетенций по школьному курсу химии, в том числе при выполнении обучающимися предметно-творческих заданий.

Предмет исследования: развитие различных параметров креативного мышления на материале творческих задач путём активизации у обучающихся рефлексии стереотипных представлений по химии.

На первом этапе исследования были выявлены и изучены основные и наиболее распространённые у обучающихся мыслительные стереотипы, возникающие при изучении ими школьного курса химии. Для этого нами совместно с Н.В. Богомоловой был проведён опрос преподавателей химических вузов (МГУ, МПГУ, МИФИ, МИТХТ), которые проводили занятия с абитуриентами и первокурсниками, а также учителей, работающих в классах с углублённым преподаванием химии. Всего было опрошено 15 вузовских преподавателей и школьных учителей.

Педагогам предлагалось перечислить плохо усваиваемые теоретические представления и типичные ошибки предметного содержания, которые, по их мнению, распространены в качестве устойчивых мыслительных стереотипов среди школьников и студентов, изучающих химию. В результате было выявлено около 70 недостаточно корректно усваиваемых представлений и типичных ошибок по предмету химии, отличающихся большим разнообразием конкретных проявлений.

Для их эмпирической верификации и систематизации нами был проведён **второй этап исследований**, а именно – диагностический эксперимент с учащимися девятых классов школ № 654 и № 367 города Москвы. Всего в исследовании приняло участие 50 детей¹.

Для этой цели были разработаны специальные диагностические задания в соответствии с видами деятельности, описанными В.П. Беспалько [8], удовлетворяющие следующим принципам:

1. Задания должны позволять обучающимся делать множественный выбор среди возможных вариантов ответов.
2. Количество правильных ответов не должно быть заранее известно ученикам.
3. Задания должны быть связаны с применением знаний в практической деятельности и при этом пред-

¹ В связи с тем, что все этапы экспериментального исследования проводились в рамках утверждённых образовательных программ с применением учебников и методических пособий, включённых в федеральный перечень учебников, допущенных Министерством просвещения РФ для использования в образовательных организациях общего образования, отдельного разрешения родителей или законных представителей обучающихся для их участия в исследовании не требовалось.

полагать способность учащихся ориентироваться и выработать решение в незнакомых ситуациях.

Методика. Примером реализации этих принципов могут быть следующие три задания, которые направлены на выявление частотности недостаточно корректно освоенного учащимися представления о переносе значения молярного объёма газов для нормальных условий на жидкие и твёрдые вещества, актуализирующееся как неадекватный стереотип мышления при выполнении этих заданий.

Задание 1. *Один моль хлорида натрия при нормальных условиях занимает объём (выберите правильный ответ):*

а) 22,4 л; б) 44,8 л; в) $2,71 \times 10^{-2}$ л; г) 6×10^{23} л.

Задание 2. *Среди перечисленных ниже утверждений выберите верные (или верное):*

а) молярный объём аммиака при 40 °С не равен молярному объёму углекислого газа при 70 °С;

б) молярный объём аммиака при давлении 20 кПа не равен молярному объёму оксида кремния при нормальных условиях;

в) при нормальных условиях молярный объём аммиака существенно отличается от молярного объёма кислорода;

г) при нормальных условиях молярные объёмы всех веществ равны 22,4 л/моль.

Задание 3. *Среди перечисленных ниже утверждений выберите верные (или верное):*

а) молярные объёмы всех веществ равны;

б) молярные объёмы всех веществ при нормальных условиях равны;

в) молярные объёмы всех веществ при одинаковых условиях равны;

г) молярные объёмы не всех веществ при одинаковых условиях равны.

Для правильного выполнения первого задания учащемуся нужно только вспомнить, что объём одного моля хлорида натрия не может быть равен 22,4 л, а также постоянной Авогадро. Для ответа на второе задание ученики не должны согласиться с, казалось бы, привычным для них утверждением (*при нормальных условиях молярные объёмы всех веществ равны 22,4 л/моль*). Для правильного выполнения третьего задания среди привычных для учащихся формулировок нужно выбрать именно ту, которая менее всего привычна (*молярные объёмы не всех веществ при одинаковых условиях равны*). Если хотя бы на один вопрос учащийся ответит неправильно, это означает, что рассматриваемое понятие он освоил в недостаточно глубокой степени и у него сформировано формально-поверхностное, т. е. стереотипное представление по данному разделу химии.

Следует отметить, что все три задания на один и тот же предметный стереотип не располагались рядом одно за другим среди диагностических заданий. В разработанной батарее диагностических заданий приведённые примеры были «перемешаны» с другими. Всего при диагностике было использовано 54 задания.

Результаты второго этапа. Обработка результатов проведённого диагностического исследования по-

зволила провести систематизацию, обобщение и классификацию эмпирически выявленных недостатков знаний и умений по химии, проявляющихся в устойчивых мыслительных стереотипах при решении предметных задач. При этом нами исключались ошибочные представления, которые имели редко встречающийся характер или не являлись значимыми для системы школьных химических знаний, в том числе для ряда программ профильного обучения по химии. В ходе систематизации неполных или ошибочных представлений нам совместно с Н.В. Богомоловой удалось выявить наиболее распространённые среди обучающихся неадекватные предметно-знаниевые (т. е. мыслительные) стереотипы и объединить их в два класса.

Первый класс стереотипов характеризуется тем, что учащиеся необоснованно расширяют границы использования тех или иных теоретических представлений и законов.

Второй класс образуют стереотипные представления, применяя которые в процессе решения различных предметных задач и заданий, обучающиеся, наоборот, необоснованно сужают границы использования химических законов и теорий, т. к. в ходе их изучения осмыслили не все существенные (необходимые и достаточные) взаимосвязи. Перечень выявленных в исследовании стереотипных представлений приведён в таблице 1.

Обсуждение результатов 2-го этапа. Важно отметить, что из всех 18 выявленных стереотипов половина оказалась наиболее распространёнными среди учеников. Они проявились при ответе на каждое из трёх заданий, соответствующих определённому стереотипу. При решении этих заданий учениками выбирались все три неправильных варианта ответа. И доля таких ответов у разных школьников колеблется в пределах от 22 до 82 % из предложенных ими решений.

Данные результаты позволили перейти к следующему – **третьему – этапу исследования**, направленному на изучение возможности эффективного преодоления учащимися сложившихся у них мыслительных стереотипов в формате психолого-педагогического эксперимента. В его основание была положена гипотеза о том, что главная причина проблемы безуспешного освоения предметных знаний и умений кроется не столько в отсутствии профессиональных навыков и усердия учителей, связанных с обеспечением полноты объяснения учебного материала, сколько в неправильном направлении их усилий, реализующих главным образом *репродуктивную образовательную стратегию* [9].

Действительно в учебном процессе, выстроенном репродуктивным образом, когда ученики должны лишь следовать за объяснениями учителя и выполнять типовые задания, применяя предложенные им алгоритмы готовых образцов решения, их учебная деятельность, с одной стороны, рутинизируется и теряет свою мотивирующую силу – детям становится неинтересно учиться, а с другой, на репродуктивном уроке не возникает «пространства» для их инициативы, для самостоятельного поиска способов решения, для проб и ошибок, а значит и для актуализации у них рефлексии и потребности

ТАБЛИЦА 1

ПЕРЕЧЕНЬ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЁННЫХ
МЫСЛИТЕЛЬНЫХ СТЕРЕОТИПОВ ПО ХИМИИ
У УЧАЩИХСЯ IX КЛАССА

TABLE 1

LIST OF THE MOST COMMON MENTAL STEREOTYPES
IN CHEMISTRY AMONG NINTH GRADE STUDENTS

№	Стереотипы неадекватных предметных представлений учащихся
1. Произвольное расширение границ использования теоретических представлений	
1.1	Утверждение, что если реакция возможна, то она должна идти независимо от условий.
1.2	Перенос значения молярного объёма газов на молярный объём жидкостей и твёрдых веществ.
1.3	Утверждение, что все кислоты (основания) изменяют окраску индикаторов и вступают в реакцию нейтрализации.
1.4	Утверждение, что слабая кислота не может вытеснить сильную из её соли.
1.5	Утверждение, что все кислоты реагируют с основными оксидами, а основания с кислотными.
2. Произвольное сужение границ использования теоретических представлений	
2.1	Утверждение, что однородная масса – всегда индивидуальное вещество.
2.2	Утверждение, что если нет видимых признаков, то реакция не идёт.
2.3	Абсолютизация факта нерастворимости веществ.
2.4	Утверждение, что из одного нерастворимого вещества нельзя получить другое нерастворимое вещество.
2.5	Утверждение, что все соли имеют ионную кристаллическую решётку.
2.6	Пренебрежение гидролизом солей.
2.7	Утверждение, что вещества горят только в атмосфере кислорода или воздуха.
2.8	Утверждение, что водород из оксидов может восстанавливать только оксид меди.
2.9	Утверждение, что кислотными свойствами обладают только кислоты, а основными – только основания.
2.10	Утверждение, что кислота или основание – всегда жидкие вещества.
2.11	Утверждение, что из соединений друг друга замещают только галогены.
2.12	Утверждение, что упариванием можно повысить концентрацию растворов только твёрдых веществ.
2.13	Утверждение, что если с одним веществом реагирует смесь веществ, то доля каждой реакции одинакова.

в её развитии. В свою очередь в недостаточной степени развитые рефлексивные способности снижают эффективность и глубину осмысления школьниками объяснений учителя и/или материалов учебника. Получаемые таким образом знания и предметные компетентности учащихся приобретают формальный и поверхностный (стереотипный) характер, не становятся «внутренним достоянием» их мышления, а следовательно, не могут активно, свободно и адекватно использоваться ими не только при выполнении нестандартных предметных заданий, но даже при решении типовых задач, если они даются в новом образовательном контексте.

Методика 2-го этапа. Для проверки сформулированной гипотезы было разработано два альтернативных методических подхода к преодолению выявленных у обучающихся стереотипов мыслительной деятельности в рамках изучения школьного предмета химии.

Сущность первого подхода – «традиционного» – сводилась к дополнительному и подробному разъяснению учителем сущностных внутрипредметных связей

химических представлений, а также объяснению причин того, почему усваиваемые в ходе обучения знания и умения по химии могут неправильно использоваться самими учащимися при выполнении учебных заданий. После этого учитель пристальное внимание уделял закреплению у учеников адекватных представлений в ходе решения **типовых** экспериментальных задач по химии как необходимого материала для повторения и закрепления полученных пояснений, а также подтверждения их значимости и истинности.

Занятия организовались в форме фронтальной эвристической беседы. Тема занятия определялась в соответствии с выделенными ранее стереотипными представлениями. Каждый урок был посвящён проработке и преодолению одного из стереотипов.

В основу второго подхода – «креативно-рефлексивного» – положена психолого-педагогическая организация решения обучающимися экспериментальных **творческих** задач. В ходе этого они должны были самостоятельно переосмысливать свои стереотипные хими-

ческие представления, что, по нашему предположению, должно было способствовать повышению осмысленности знаний по химии вследствие активизации у учащихся интеллектуальной рефлексии своих конкретных действий и личностной рефлексии себя как субъекта решения нестандартных задач. По результатам проведённой первоначальной диагностики учитель заполнял «индивидуальные карты» на каждого ученика, куда заносились сведения о том, какие у него имеются стереотипные представления и какие творческие задачи ему наиболее целесообразно было порешать. Учащиеся работали в парах, причём состав этих пар от задачи к задаче менялся (в зависимости от того, какие общие стереотипные представления имелись у учеников). Работе в парах переменного состава придавалось большое значение для повышения интенсивности и осмысленности формирования опыта творческой деятельности, т. к. полагалось, что в процессе совместной работы учащиеся проговаривают свои мысли друг для друга, тем самым естественным образом активизируется коммуникативная и кооперативная рефлексия в процессе вербализации и координации мыслительных действий. Кроме того, при работе в парах переменного состава у учащихся стихийным образом менялась роль в творческом процессе. Так, например, ученик в первой паре мог быть «пассивным слушателем», в составе второй пары – «генератором идей», с третьим партнёром – «экспериментатором» и так далее. Тем самым каждый обучающийся оказывался перед необходимостью постоянно варьировать и расширять свой интеллектуальный, коммуникативный и когнитивный функционал и репертуар поведения, а это в свою очередь должно было положительно сказываться на формировании опыта их творческой деятельности и развитии рефлексивности.

Все задачи школьники решали самостоятельно без каких-либо предметных подсказок или наводящих вопросов со стороны учителя. Роль последнего заключалась лишь в том, чтобы поддерживать их интерес к задаче, когда они начинали сомневаться в своей способности выполнить требования задания и готовы были спастись перед затруднениями. Такая психолого-педагогическая поддержка была вполне уместна, поскольку, с одной стороны, не была прямой интеллектуальной «интервенцией» в мыслительную деятельность обучающихся, т. е. не была прямой подсказкой к решению творческой задачи, а, с другой стороны, позволяла удерживать обучающихся в мыслительной деятельности, когда их желание решить задачу ослабевало. Без такой «фасилитирующей» роли учителя школьники во многих случаях прерывали свои творческие попытки решить задачу и не добивались искомого результата.

Условия проведения психолого-педагогического эксперимента. Он проводился с учащимися девятых классов школ № 10 города Брянска, № 1 города Челябинска и № 26 города Подольска. Всего в эксперименте приняли участие 200 обучающихся. В каждом классе выделялись две группы (экспериментальная и контрольная) по 10–14 учащихся со сходными интеллектуальными возможностями и мыслительными стереотипами по пред-

мету химии, выявляемыми в ходе предварительной диагностики. В контрольной группе было проведено 15 внеурочных занятий, выстроенных в соответствии с первым методическим подходом, в экспериментальной – 15 внеурочных занятий, в соответствии со вторым методическим подходом. После проведения занятий снова проводилась диагностика на выявление стереотипных химических представлений.

Результаты эксперимента. Если при проведении исходного среза у обучающихся обеих групп было выявлено в среднем по 60 % наиболее распространённых стереотипных представлений, то в конце проведения эксперимента результаты каждой группы стали существенно различаться между собой. Как видно из диаграммы, представленной на рисунке 1, по окончании эксперимента средний процент стереотипных представлений у обучающихся первой (контрольной) группы не только не уменьшился, а даже увеличился до 65 %, а у обучающихся второй (экспериментальной) группы, наоборот, произошло их снижение до 47 %. Таким образом итоговая диагностика показала, что у учащихся экспериментальной группы число стереотипных химических представлений существенно уменьшилось.

Обсуждение результатов эксперимента. Для целей нашего исследования важно было не только установить количественное различие результатов обеих групп, но и выяснить почему произошло снижение числа стереотипных представлений у обучающихся второй группы, а у первой, наоборот, обозначился негативный сдвиг в сторону увеличения ошибочных стереотипов.

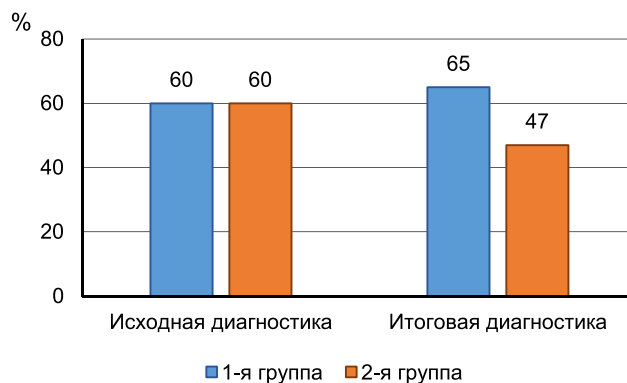


РИС. 1.

Сравнение результатов исходной и итоговой диагностики ошибочных предметных стереотипов по химии у учащихся контрольной (первой) и экспериментальной (второй) групп

FIG. 1.

Comparison of the results of the initial and final diagnostics of erroneous subject stereotypes in chemistry among students of the control (first) and experimental (second) groups

Объяснение этому мы нашли в снижении интереса, а значит и мотивации учеников к учебному процессу и внимания к разъясняемым моментам предметного содержания по химии, которое они уже и так раньше проходили. В связи с этим установление адекватных связей между понятиями с целью коррекции стереотипов, ко-

торое проводит сам учитель, не позволяет их ликвидировать у обучающихся, а даже провоцирует их увеличение. Именно это объясняет не раз описанный факт распространённости среди учеников одних и тех же ошибок, повторяющихся из года в год при проведении государственной аттестации.

Анализ же решений задач обучающимися экспериментальной группы показал, что у них от задачи к задаче происходило постепенное увеличение числа и качества продуктивных идей, связанных, в том числе, с переосмыслением ими собственных предметно-мыслительных стереотипов по химии. Более того, выяснилось, что у некоторых из них (примерно у 10 % состава её участников) произошло преодоление не только тех стереотипов, которые корреспондировали с содержанием серии решаемых в эксперименте творческих задач, но и тех, на которые задачи не решались. Этот парадоксальный факт можно объяснить только повышением у них общей рефлексивности мышления и системности предметных представлений по химии.

Таким образом, на основании проведённого эксперимента подтвердилось предположение о том, что решение экспериментальных творческих задач способствует снижению у обучающихся стереотипности мышления, увеличению интереса к учебному процессу, а также повышению рефлексивности их мышления, адекватности и системности представлений по химии.

Четвёртый этап исследования был посвящён решению проблемы индивидуализации учебного процесса и повышению его продуктивности за счёт использования на уроках творческих задач по химии.

Обоснование 4-го этапа. Дело в том, что большинство учителей-предметников с большой осторожностью относятся к применению творческих задач на своих уроках, поскольку они, с одной стороны, имеют открытый характер, т. е. не предполагают единственно правильного и заранее известного учителю решения, с другой, за их решение крайне трудно выставить объективные оценки, и с третьей стороны, на их решение может уходить достаточно много времени, которого у учителей и так, как правило, не хватает. В связи с этим одним из принципиальных требований к разработке соответствующего методического инструментария явилось требование радикального снижения трудозатрат учителя на обработку и анализ результатов мыслительной деятельности школьников, решающих предметно-творческие задачи на уроках, что возможно достичь только за счёт автоматизации процесса обработки вариантов выполнения творческих заданий каждым обучающимся с помощью цифровых компьютерных технологий.

Методика. Для реализации данного замысла в 2018–2019 учебном году на базе ГБОУ «Школа № 1584» г. Москвы первоначально была организована опытная работа, перед которой ставились следующие задачи:

- 1) выявление методических условий организации творческой деятельности учащихся на уроках;
- 2) определение необходимого времени для выполнения творческих заданий по химии.

Общее количество школьников, принявших участие на этом этапе исследования, составило 19 человек. Экспериментальной группе учащихся в конце урока давалось творческое задание по химии, при выполнении которого каждый из участников эксперимента должен был сначала предложить максимальное число идей решения. Ограничение времени поиска идей решения не проводилось. Учащимся был выдан протокол, в котором каждый из них фиксировал идеи, пришедшие в голову, и время, когда эта идея была выдвинута. Таким образом, были получены данные о том, сколько времени обучающиеся способны затратить на уроках на генерирование идей решения творческого задания. Результаты, полученные при этом, представлены на рисунке 2.

Как видно из этого рисунка, активная генерация идей при выполнении учащимися творческого задания и отсутствии временных ограничений происходит в первые 6–10 минут работы. При больших временных затратах идеи возникают крайне редко, что говорит о существенном снижении мотивации у школьников по решению творческих задач. Кроме того, на выдвижение каждой последующей идеи требуется, как правило, больше времени, чем для выдвижения предыдущей идеи.

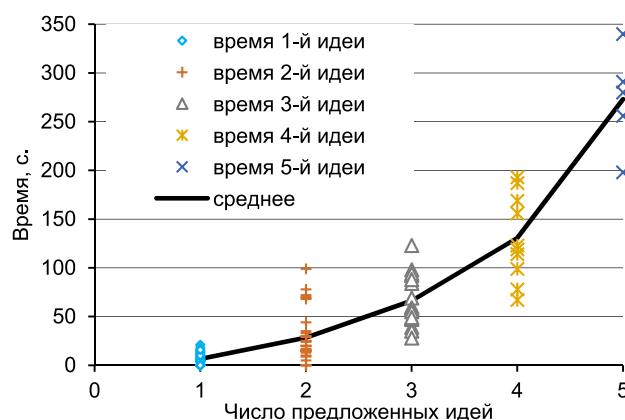


РИС. 2.

Время, затраченное учащимися на предложение идей решения

FIG. 2.

Time spent by students on offering solution ideas

Обсуждение данных 4-го этапа. По результатам проведённой опытной работы нами были сделаны следующие выводы.

1. Если для поиска учащимся основного перечня идей решения достаточно 5–10 минут, то творческие задания определённого вида можно включить в урок без особых временных потерь.
2. Чтобы учесть нелинейно возрастающую трудность выдвижения каждой следующей идеи, при оценке творческого мышления необходимо было в дальнейшем ввести адекватную шкалу начисления баллов.
3. Необходимо скорректировать методику приёма ответа и обработки полученных учащимися результатов, чтобы чётко выделять проявление той или иной характеристики творческого мышления учащихся.

На пятом этапе исследования мы, взяв за основу ставшие уже классическими работы Дж. Гилфорда [10] по креативности, а также с учётом исследования К. Хайма [11], предложили различать и оценивать в творческом мышлении (ТМ) *дивергентные* (Д) и *критичные* (К) действия, осуществляемые учащимися при выполнении творческого задания с предметным содержанием.

Дивергентные мыслительные действия проявляются в генерировании нескольких вариантов решения одной и той же задачи. Критичные же мыслительные действия направлены на осмысление пригодности сгенерированной ранее идеи с точки зрения получения искомого ответа на поставленную в тексте творческого задания проблему или вопрос. Данный вид действий со стороны учащегося показывает его возможность смотреть «вглубь» проблемы, тщательно и всесторонне критически оценить свои варианты решения.

Среди множества предлагаемых и реализуемых в мыслительной деятельности идей есть те, которые являются наиболее часто встречаемыми, а есть весьма оригинальные (т. е. предлагаемые крайне редко), но одновременно и очень продуктивные с точки зрения решаемой творческой задачи. Соответственно, чем реже встречается приемлемый вариант её решения в обследуемой выборке школьников, тем выше количественное значение её «*уникальности*» – третьего важнейшего параметра креативности.

Предлагаемая нами формула расчёта «*общей креативности*» решения каждой творческой задачи при константной величине (в 10 мин) отводимого на это времени урока выглядит следующим образом:

$$OK = (D + K) \times Y,$$

где *OK* – общая креативность, *D* – дивергентность, *K* – критичность, *Y* – уникальность.

Последняя введена в формулу в качестве множителя, поскольку выражает общий и одновременно важнейший итог креативных усилий школьника по решению творческой задачи, а значит может существенно понижать или, наоборот, повышать значение интегрального показателя.

При осуществлении цифровизации креативных действий учеников для последующей автоматизации сбора информации о развитии каждого из них, необходимо

было учесть нелинейность мыслительных усилий при движении идей относительно времени решения. Для этого было предложено использовать ряд Фибоначчи (F), который хорошо моделирует числовую последовательность количественной оценки быстро и неравномерно возрастающего признака [12]. Ноль и первый член ряда Фибоначчи (т. е. единица) в алгоритме оцифровки мыслительных действий обучающихся нами не учитывался, поскольку он не отражает изменения оцениваемого признака. В результате нами была предложена следующая схема цифровизации креативных действий ученика (табл. 2).

Суммируя данные в таблице по соответствующему диапазону столбцов и строк, можно подсчитать баллы, полученные за дивергентные и оценочные действия, совершенные учеником. Из таблицы 2 видно, что учащийся, решая творческую задачу, выдвинул 4 идеи, суммарная дивергентность которых равна 11 баллам, а количество и качество выявленных недостатков предложенных им идей суммарно равно 21 баллу по параметру критичности.

Методика. Для облегчения работы учителя, который ставит своей целью не только формирование конкретных знаний, умений и навыков, т. е. предметных компетентностей, но и метапредметных способностей на материале естественнонаучных дисциплин, т. е. креативности, рефлексивности, критичности и т. п., нами разработана компьютерная система «CREO_DATUM» на материале школьного курса химии [12]. Система включает в себя базу «малых» творческих заданий, предназначенных для 10-минутного решения непосредственно на уроках по химии. Каждому обучающемуся компьютерной системой предлагается выполнить задание, состоящее из двух частей. В первой части он должен сгенерировать идеи решения проблемы, описанной в задании, и с помощью мобильного устройства записать их в формат цифрового протокола. Во второй части ученику предлагается сделать как можно больше критических суждений относительно каждой из предложенных им ранее идей решения и также записать их в цифровой протокол. На основе данных цифровых следов мыслительной работы ученика система «CREO_DATUM» моментально вычисляет значения всех параметров, рассмотренных выше, и выстра-

ТАБЛИЦА 2
СХЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ КРЕАТИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ
УЧЕНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЯДА ФИБОНАЧЧИ

Баллы (F)	Критичность	1	2	3	5	8	Сумма К
Дивергентность	Идеи решения	Выявленные недостатки идеи					21
1	Идея 1	*	*	*	*		11
2	Идея 2	*					1
3	Идея 3	*	*	*			6
5	Идея 4	*	*				3
8	Идея 5						0
Сумма D		11					

TABLE 2
SCHEME OF DIGITALIZATION OF CREATIVE ACTIONS
OF A STUDENT USING THE FIBONACCI SERIES

ивает графики динамики креативного развития каждого ученика, как средства обратной связи и для него самого, и для учителя. Пример такого графика для одного из учеников представлен на рисунке 3.

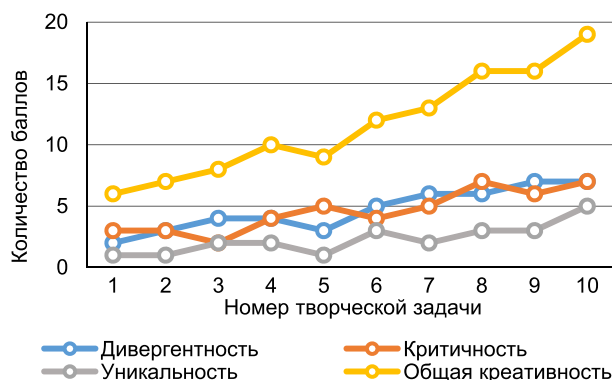


РИС. 3.

Динамика креативного развития ученика от задачи к задаче
FIG. 3.

Dynamics of student's creative development from task to task

Апробация предложенной методики была проведена на уроках химии в восьмых и девярых классах ГБОУ «Школа № 1080» г. Москвы. В эксперименте участвовали 113 человек, из них 54 учащихся восьмых классов и 59 учащихся девярых классов, по 3 класса в каждой параллели. На каждое занятие, проводившееся регулярно (1 раз в 4 урока), отводилось не более 10–12 минут. Такие небольшие временные затраты позволили уделить внимание развитию творчества на уроке без ущерба для освоения учебной программы. Всего обучающиеся выполнили по пять заданий.

Результаты. Это позволило учащимся выработать привычку выполнения подобных заданий, преодолеть страх ошибки и неверных предположений, повысить уровень креативности своего мышления, что видно из данных таблицы 3 и рисунка 4.

ТАБЛИЦА 3

ДИНАМИКА КРЕАТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГРУППЫ ОТ ПЕРВОЙ К ПЯТОЙ
ТВОРЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ

		Номер задания				
		1	2	3	4	5
Диапазон баллов общей креативности	0–3	25,66 %	19,47 %	10,62 %	15,93 %	0,88 %
	4–5	31,86 %	18,58 %	22,12 %	23,01 %	11,50 %
	6–8	15,93 %	15,93 %	25,66 %	13,27 %	18,58 %
	9–13	11,50 %	19,47 %	23,89 %	21,24 %	35,40 %
	14–21	10,62 %	11,50 %	14,16 %	15,04 %	24,78 %
	22–34	4,42 %	14,16 %	3,54 %	10,62 %	8,85 %
	> 34	0,00 %	0,88 %	0,00 %	0,88 %	0,00 %

Из данных таблицы и рисунка видно, что от задачи к задаче доли детей, имевших низкий уровень общей креативности, уменьшается, а высокий, наоборот, поступательно возрастает.

Обсуждение результатов последнего этапа. Приведённые выше данные свидетельствуют о целесообразности применения разработанной компьютерной программы «CREO_DATUM», оцифровывающей мыслительную деятельность учащихся при решении творческих задач по химии и автоматизирующей построение графиков креативного развития каждого обучающегося, для облегчения педагогического труда учителя по индивидуализации образовательного процесса в массовой школе, а также для творческого развития обучающихся.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате экспериментальной работы установлено, что уменьшение у обучающихся стереотипных представлений может происходить за счёт повышения их рефлексивности в процессе выполнения творческих заданий, при котором роль учителя сводится к обеспечению мотивированности и включённости обучающихся в поиск решения. Выявлено, что для выполнения обучающимися кратких творческих заданий на уроках достаточно 10–12 минут. Определены критерии цифровизации креативных действий обучающихся при выполнении кратких творческих заданий и способы построения индивидуальных траекторий их креативного развития. Разработана компьютерная система, позволяющая автоматизировать построение графиков креативного развития каждого ученика, а также оказать помощь учителю в подборе заданий наиболее целесообразных для каждого ученика.

Проведённые многолетние исследования возможности использования предметно-творческих задач на материале школьного курса химии для развития креативности и рефлексивности обучающихся, а также для пре-

TABLE 3

DYNAMICS OF CREATIVE DEVELOPMENT
OF EXPERIMENTAL GROUP STUDENTS FROM THE FIRST
TO THE FIFTH CREATIVE TASK

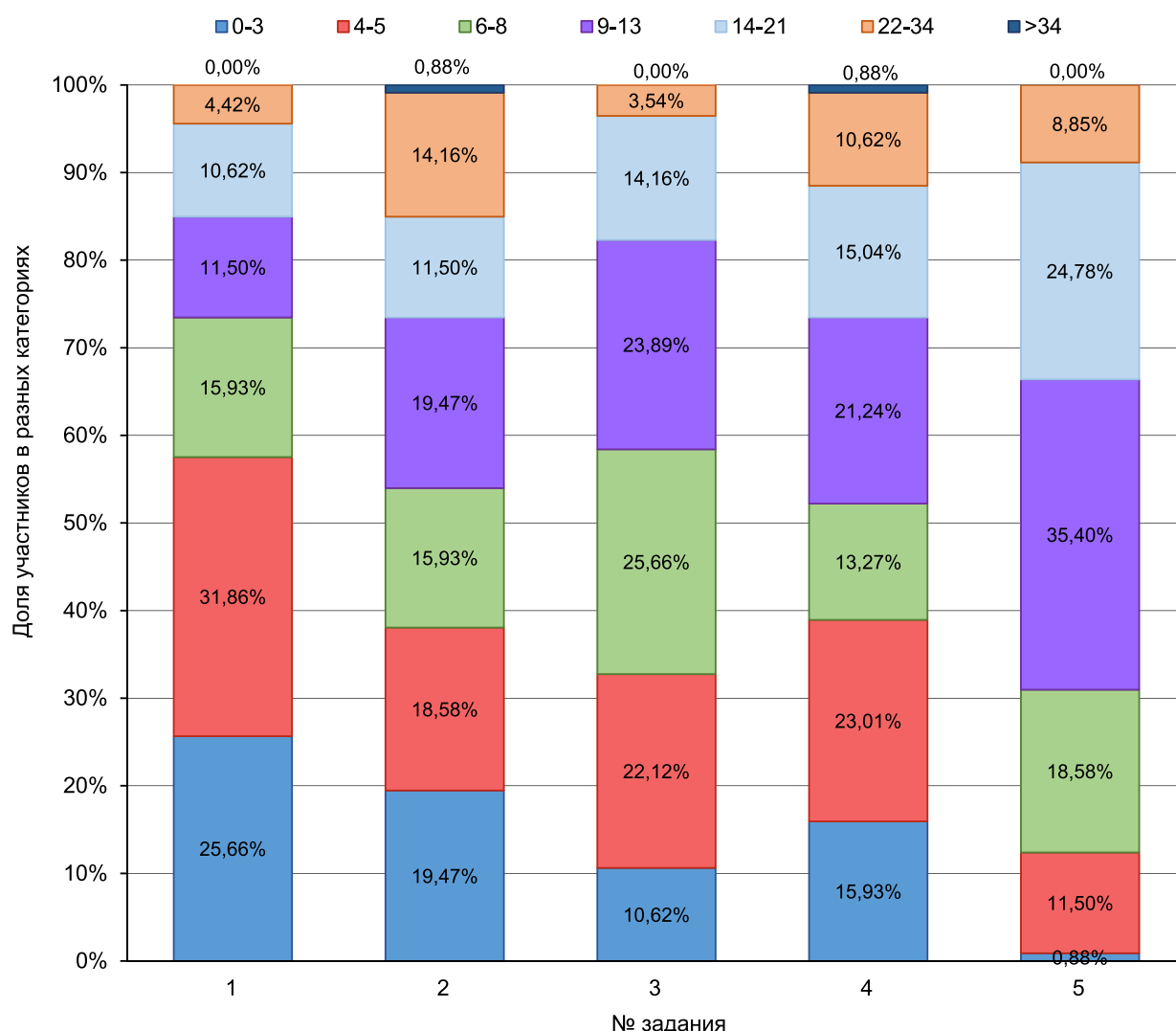


РИС. 4.

Доля учеников в разных категориях креативности в соответствии с уровнем набранных баллов при решении каждой творческой задачи

FIG. 4.

The share of students in different categories of creativity in accordance with the level of points scored in solving each creative task

одоления ими ошибочных стереотипных представлений может служить отправной точкой для проведения дальнейшего углублённого изучения и проектирования цифровых средств индивидуализации творческого развития обучающихся в массовой школе, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта и big data для выстраивания наиболее продуктивных образовательных траекторий для каждого обучающегося. Очевидно, что подобные разработки необходимо масштабировать не только для одного школьного предмета химии, но и для других учебных курсов, причём как естественно-научного, так и гуманитарного профиля.

Благодарность

Авторы выражают глубокую благодарность Н.В. Богомоловой и И.Б. Мишиной за участие в отдельных научно-исследовательских экспериментах, А.В. Миткусу – за помощь в разработке компьютерной программы, а также Российскому фонду фундаментальных исследований

за финансирование проекта 19-29-14136 мк «Цифровизация динамических параметров развития креативного и репродуктивного мышления в учебной деятельности».

Конфликт интересов

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. The future of jobs report 2020. World Economic Forum. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf [date of access: 20.01.2022].
2. Gottfried AW (ed.). Home environment and early cognitive development: Longitudinal research. Academic Press; 2013.
3. Black-Gutman D, Hickson F. The relationship between racial attitudes and social-cognitive development in children: An Australian study. Dev Psychol. 1996; 32(3): 448-456. doi: 10.1037/0012-1649.32.3.448

4. Greenfield PM, Bruner JS. Culture and cognitive growth. *Int J Psychol.* 1966; 1(2): 89-107. doi: 10.1080/00207596608247117
5. Mollon J, Knowles EEM, Mathias SR, Gur R, Peralta JM, Weiner DJ, et al. Genetic influence on cognitive development between childhood and adulthood. *Mol Psychiatry.* 2021; 26: 656-665. doi: 10.1038/s41380-018-0277-0
6. Saracho ON. Cognitive styles in early childhood education. *J Res Child Educ.* 1988; 3(1): 24-34. doi: 10.1080/02568548809594784
7. Gottfried AE. Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students. *J Educ Psychol.* 1990; 82(3): 525-538. doi: 10.1037/0022-0663.82.3.525
8. Беспалько В.П. *Слагаемые педагогической технологии. Элементы теории управления процессом обучения.* М.: Знание; 1971.
9. Степанов С.Ю., Оржековский П.А., Ушаков Д.В., Рябова И.В., Гаврилова Е.В., Морозова О.А. и др. *Цифровизация образования: психолого-педагогические и валеологические проблемы.* М.: МГПУ; 2021.
10. Guilford J, Hoepfner R. *The analysis of intelligence.* New-York: McGraw-Hill Book Co; 1971.
11. Haim K. Kreatives lösungsorientiertes Experimentieren – KLEx. Eine Experimentierphase im divergent-lösungsorientierten Unterrichtsverfahren. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule.* 2013; 4(62): 34-37.
12. Оржековский П.А., Степанов С.Ю., Мишина И.Б. О непрерывности оценки развития у обучающихся репродуктивных и креативных мыслительных действий. *Непрерывное образование: XXI век.* 2019; 3(27): 28-39.

REFERENCES

1. *The future of jobs report 2020.* World Economic Forum. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf [date of access: 20.01.2022].

2. Gottfried AW (ed.). *Home environment and early cognitive development: Longitudinal research.* Academic Press; 2013.
3. Black-Gutman D, Hickson F. The relationship between racial attitudes and social-cognitive development in children: An Australian study. *Dev Psychol.* 1996; 32(3): 448-456. doi: 10.1037/0012-1649.32.3.448
4. Greenfield PM, Bruner JS. Culture and cognitive growth. *Int J Psychol.* 1966; 1(2): 89-107. doi: 10.1080/00207596608247117
5. Mollon J, Knowles EEM, Mathias SR, Gur R, Peralta JM, Weiner DJ, et al. Genetic influence on cognitive development between childhood and adulthood. *Mol Psychiatry.* 2021; 26: 656-665. doi: 10.1038/s41380-018-0277-0
6. Saracho ON. Cognitive styles in early childhood education. *J Res Child Educ.* 1988; 3(1): 24-34. doi: 10.1080/02568548809594784
7. Gottfried AE. Academic intrinsic motivation in elementary and junior high school students. *J Educ Psychol.* 1990; 82(3): 525-538. doi: 10.1037/0022-0663.82.3.525
8. Bepalko VP. *The components of pedagogical technology. Elements of the theory of learning process management.* Moscow: Znanie; 1971. (In Russ.).
9. Stepanov SYu, Orzhekovsky PA, Ushakov DV, Ryaboca IV, Gavrilova EV, Morozova OA, et al. *Digitalization of education: psychological, pedagogical and valeological problems.* Moscow: MSPU; 2021. (In Russ.).
10. Guilford J, Hoepfner R. *The analysis of intelligence.* New-York: McGraw-Hill Book Co; 1971.
11. Haim K. Kreatives lösungsorientiertes Experimentieren – KLEx. Eine Experimentierphase im divergent-lösungsorientierten Unterrichtsverfahren. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule.* 2013; 4(62): 34-37.
12. Orzhekovsky PA, Stepanov SYu, Mishina IB. On the continuity of assessment of development in students of reproductive and creative thinking actions. *Lifelong education: The 21st century.* 2019; 3(27): 28-39. (In Russ.).

Сведения об авторах

Степанов Сергей Юрьевич – доктор психологических наук, профессор департамента психологии Института педагогики и психологии образования, ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет», e-mail: parusnik1@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5575-8906>

Оржековский Павел Александрович – доктор педагогических наук, профессор кафедры естественнонаучного образования и коммуникативных технологий Института биологии и химии, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», e-mail: p.a.orzhekovskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9525-7903>

Information about the authors

Sergey Yu. Stepanov – Dr. Sc. (Psychol.), Professor of the Department of Psychology, Institute of Pedagogy and Psychology, Moscow City University, e-mail: parusnik1@ya.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5575-8906>

Pavel A. Orzhekovsky – Dr. Sc. (Pedagog.), Professor of the Department of Natural Science Education and Communication Technologies, Institute of Biology and Chemistry, Moscow Pedagogical State University, e-mail: p.a.orzhekovskiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9525-7903>

Статья опубликована в рамках III Международной научно-практической конференции «Психология одарённости и творчества».