

**Шабалин Кирилл Владимирович,**

аспирант, кафедра методологии и теории социально-педагогических исследований, Тюменский государственный университет; 625003, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 6; e-mail: iagami35@mail.ru

## **ФОРМИРОВАНИЕ КРЕАТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТОВ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO**

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** образовательная робототехника; креативные способности; дополнительное образование; проектная деятельность; кейсы; Arduino.

**АННОТАЦИЯ.** Проблема исследования: как повысить эффективность формирования креативных способностей школьников в условиях дополнительного образования. Цель описываемого исследования состоит в том, чтобы обосновать эффективность применения платформы Arduino для целей формирования креативных способностей школьников в условиях дополнительного образования. Методология и методы исследования включают теории креативных способностей Дж. Гилфорда, К. Тейлора, Г. Грубера и Я. А. Пономарева, методы анализа, синтеза, абстрагирования и обобщения, педагогического наблюдения, а также анализа продуктов деятельности. Основные результаты исследования показывают продуктивность проектной деятельности с использованием современных робототехнических наборов для формирования креативных способностей обучающихся. Кроме того, они включают обоснование значимости кейс-метода, опорных схем на основе заданной структуры и тест-карт в формировании креативных способностей школьников на занятиях робототехникой при выполнении технических исследовательских проектов на базе платформы Arduino. Научная новизна результатов исследования состоит в том, что впервые рассмотрен и обоснован имеющийся педагогический опыт и перспективные возможности формирования креативных способностей школьников на занятиях робототехникой при выполнении технических исследовательских проектов на базе платформы Arduino. Теоретическая и практическая значимость результатов. Теоретическая значимость состоит в дополнении педагогических знаний идеями о современных методах и методиках формирования креативности у школьников – кейсах, тест-картах и опорных схем на основе заданной структуры. Практическая значимость исследования состоит в обосновании возможности использования платформы Arduino в условиях дополнительного образования школьников, которое обуславливает не только развитие креативных способностей, но и навыков инженерно-конструкторской деятельности и участвует в формировании будущей специализации обучающегося. Содержательные выводы исследования: рассмотрены креативные способности и выявлена их сущность, описан педагогический потенциал платформы Arduino в формировании у обучающихся креативных способностей, с одной стороны, а с другой стороны, в возможностях работы над технически и коммерчески значимыми проектами. Педагогический потенциал платформы Arduino состоит в широких возможностях для творческой инновационной деятельности на уроках робототехники, а также в сочетании основ программирования с инженерно-конструкторской деятельностью, в ходе которой решаются прикладные технические задачи.

**Shabalina Kirill Vladimirovich,**

Postgraduate Student, Department of Methodology and Theory of Social and Pedagogical Research, Tyumen State University, Tyumen, Russia

## **FORMATION OF CREATIVE ABILITIES OF SCHOOLCHILDREN IN PERFORMING PROJECTS BASED ON THE ARDUINO PLATFORM**

**KEYWORDS:** educational robotics; creative abilities; additional education; design activities; cases; Arduino.

**ABSTRACT.** Research problem: how to increase the effectiveness of the formation of creative abilities of schoolchildren in the classroom of robotics in the context of further education. The purpose of the described study is to determine and justify the optimal ways of creating creative abilities for students in robotics classes, on which complex projects based on the Arduino platform are implemented. Methodology and research methods include theories of creative abilities by J. Guilford, C. Taylor, G. Gruber and Ya. A. Ponomarev, methods of analysis, synthesis, abstraction and generalization, pedagogical observation, as well as analysis of activity products. The main results of the study show the productivity of project activities using modern robotic kits to form the creative abilities of students. In addition, they include substantiating the significance of the case method, reference circuits based on a given structure and test cards in the formation of creative abilities of students in robotics classes when performing technical research projects based on the Arduino platform. The scientific novelty of the research results consists in the fact that for the first time the existing pedagogical experience and perspective opportunities for the formation of creative abilities of students in robotics classes while performing technical research projects based on the Arduino platform are examined and substantiated. Theoretical and practical significance of the results. The theoretical significance consists in supplementing pedagogical knowledge with ideas about modern methods and techniques for creating creativity among schoolchildren – cases, test cards and reference schemes based on a given structure. The practical significance of the study lies in the fact that a technique has been developed that can be useful in the formation of creative abilities in conditions of additional education. Substantive findings of the study: creative abilities are examined and their essence is revealed, the pedagogical poten-

tial of the Arduino platform is described in the formation of creative abilities among students, on the one hand, and on the other hand, in the possibilities of working on technically and commercially significant projects. The pedagogical potential of the Arduino platform lies in the great opportunities for creative innovation in robotics lessons, as well as in the combination of programming fundamentals with engineering activities, during which applied technical problems are solved.

**Постановка проблемы и обоснование актуальности ее решения.** В современном обществе одним из востребованных качеств личности, обеспечивающим ее успешную социокультурную адаптацию и социализацию, является креативность [11, с. 64]. Но современное образование и, в частности, организация учебного процесса в средней школе не всегда в полной мере способствуют формированию указанных качеств. Кроме того, развитие креативных способностей в большинстве случаев сводится к формированию творческого потенциала обучающегося, при этом недостаточное внимание уделено формированию у него прикладных инженерных навыков, что является важным аспектом при формировании будущей специализации. Решение данной проблемы необходимо для формирования у детей и подростков креативных способностей, что, прежде всего, повысит их конкурентоспособность на рынке труда. Однако на данный момент недостаточно разработаны прикладные аспекты формирования креативных способностей в условиях дополнительного образования, вследствие чего наша тема представляет определенный научный интерес.

**Формулировка цели.** В организации нашего исследования мы ставим цель – определить развивающие возможности образовательной робототехники на примере платформы Arduino как эффективной аппаратно-программной платформы, состоящей из платы и программного обеспечения и позволяющей проектировать и создавать самые различные новые устройства и связанные с этим пути формирования творческой личности, способной к саморазвитию.

Занятия робототехникой способствуют развитию творческой активности учащихся, включению учащихся в различные виды творческой деятельности, внесению проблемности в дидактический процесс, развитию следующих качеств творческого мышления: самостоятельности, критичности и т. д. [5].

**Анализ последних исследований и публикаций и выделение нерешенных задач.** Рассматриваются дидактические возможности платформы Arduino uno в высшем образовании в ее сравнении с микроконтроллером LEGO EV3 и делается вывод о более высоком уровне сложности Arduino [4], конструктора на базе данного микроконтроллера в формировании технической культуры школьников [10], образовательной

робототехники в обучении дошкольников и младших школьников (на основе опыта разработки и реализации образовательной программы «Хорошо играть») [2].

Платформе Arduino посвящено множество интернет-ресурсов, есть сайт, посвященный именно данной аппаратной платформе Arduino.ru. В научной периодике она рассматривается с технических позиций [1; 6; 7].

Целый ряд сетевых ресурсов посвящены робототехнике на базе данной платформы: учебный курс «Занимательная робототехника» (<http://edurobots.ru/kurs-arduino-dlyanachinayushhix/>), раздел на портале популярной робототехники (<http://www.poprobot.ru/ideologia/kontroller/arduino>) и другие.

Но среди всего множества публикаций отсутствуют такие, где бы рассматривались развивающие, воспитательные и учебные возможности занятий робототехникой на базе платформы Arduino в условиях дополнительного образования.

**Методология и методы.** При рассмотрении влияния образовательной робототехники на формирование креативных способностей сами креативные способности мы рассматриваем как часть интеллекта, а их развитие как результат обучения творческой деятельности (подход Дж. Гилфорда, а также К. Тейлора, Г. Грубера и Я. А. Пономарева) [3, с. 87-90]. Именно робототехническая деятельность как форма инженерного творчества предстает эффективным в современных условиях развития образования средством развития креативных способностей учащихся: креативного мышления, креативного воображения, способности к применению методов организации креативной деятельности.

**Изложение основного материала исследования.** Поскольку мы хотим продемонстрировать результаты учебной работы по организации занятий робототехникой в формировании креативных способностей, то наглядной иллюстрацией развивающего потенциала Arduino будут служить полученные в ходе опытно-экспериментальной работы робототехнические проекты обучающихся.

Данная работа проводилась на базе Центра робототехники и Автоматизированных Систем Управления (АСУ) Тюменской области в течение 2018-2019 года с учениками 8-11 классов.

В техническом плане на уроках робототехники мы опираемся на использование Arduino как эффективной аппаратно-программной платформы для проектирова-

ния и создания новых устройств, состоящей из платы и программного обеспечения. Данный микроконтроллер позволяет создавать электронные устройства с возможностью приема сигналов от различных цифровых и аналоговых датчиков, которые могут быть подключены к нему, и управления различными исполнительными устройствами [9].

Особенностью данного направления учебной робототехнической деятельности является возможность создавать в рамках реализации школьниками своих проектов практически любые устройства с задействованием знаний из области физики, а также языков программирования типа C и Java. Результаты проектов могут быть настолько актуальными, технологически инновационными и востребованными, что будет возможна их коммерциализация. Поэтому проекты, над которыми работают ученики, приобретают в данном случае не только учебное, но и коммерчески-прикладное значение.

Учебная деятельность педагога дополнительного образования, реализуемая в Центре робототехники и АСУ Тюменской области, представляет собой работу с практико-ориентированными проектно-исследовательскими задачами, под которыми понимается совокупность требований (целей, условий) к организации исследовательской деятельности по разработке и реализации практико-ориентированных проектов [8, с. 106].

Каждый практико-ориентированный проект представляет собой решение учениками актуального кейса. Известно, что кейс-методы представляют собой анализ конкретной ситуации, который стимулирует учеников к реактуализации усвоенных ранее знаний и применению их в решении поставленных в кейсе практических задач. Данные методы способствуют повышению интереса учащихся к изучаемым и связанным междисциплинарными связями предметам, развитию социальной активности, коммуникабельности, умения слушать и

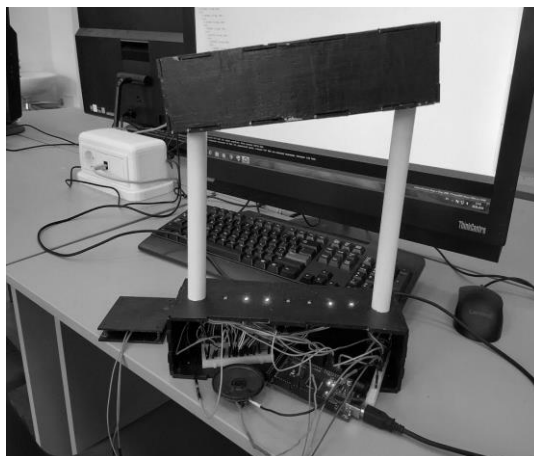
грамотно излагать свои мысли, а также креативности. Кейс по сути – это та реальная жизненная проблемная ситуация, которая запускает процесс познания на уроке. Кейс – это комплексный дидактический инструмент, включающий в себя не только описание реального события, но и методические приемы, обеспечивающие его анализ и осмысление [13, с. 117].

На формирование креативных способностей положительно влияет то, что перед решением каждого актуального кейса школьники сначала проводят мозговой штурм и предлагают свои идеи, из которых затем отбираются лучшие. Далее учащиеся проектируют техническое задание для себя. И могут представить свою идею или техническое задание в формате TED и только потом приступить к реализации, используя весь функционал контроллера Arduino.

Среди реализованных кейсов, в которых наиболее проявилась креативность их авторов, можно выделить следующие.

Кейс 1. Лазерная арфа.

Для себя автор проекта (обучающаяся в организации дополнительного образования «Центр робототехники и АСУ Тюменской области») поставила цель создать устройство на основе всем знакомого музыкального инструмента, а именно арфы, появление которых впервые датировалось 2400 годом до н.э. Была выдвинута гипотеза о том, что привычные для нас струны можно заменить направленным лазерным лучом и фоторезистором для считывания его сигнала. В итоге была получена полноценная «лазерная арфа», представляющая собой музыкальный инструмент, способный играть ноты при замыкании лазерных лучей и повышать октаву за счет использования тактовой кнопки-педали. Прделанная работа позволила ее автору узнать некоторые новые аспекты в сферах физики, конструирования и программирования. Итогом является созданный музыкальный инструмент (рис. 1).



**Рис. 1. Лазерная арфа**

Кейс 2. Учебный робосимулятор ArduinoCraft.

Робосимулятор для обучения школьников основам микропроцессорной техники. Представляет из себя программно-аппаратный комплекс, с помощью которого осуществляется обучение работе с Arduino и программированию на этой платформе.

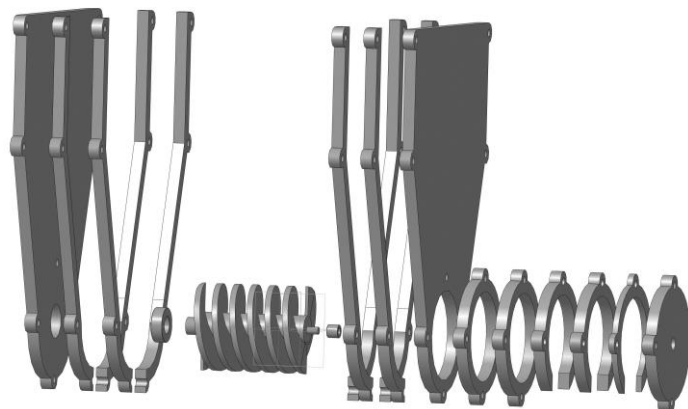
Кейс 3. Модуль на Arduino для умной продуктовой корзины.

Модуль для продуктовой корзины на базе микроконтроллера Arduino. Сканирует

штрих-коды продуктов в корзине, показывает стоимость товаров, с помощью встроенного терминала принимает оплату за покупку.

Кейс 4. Дозатор сухого вещества.

Дозатор сухого вещества – это устройство, способное фиксировать количество высыпаемого материала. В движение шнек приводится электродвигателем. Материал высыпается из силоса и по винтовой линии червяка, перемещаясь к выходу. Проект выполнен с использованием лазерной резки и 3D печати (рис. 2).



**Рис. 2. Корпус дозатора сухого вещества**

Кейс 5. Устройство «Тревожная кнопка» предназначено для осуществления моментального вызова на предзаданный номер диспетчерской службы социального обслуживания или номер родственника. Таким образом решается задача помощи маломобильным гражданам, которым не всегда просто воспользоваться телефоном, чтобы вызвать помощь. Имеется возможность разговора между отправившим вызов и диспетчером. В случае если человек не отвечает, социальные службы могут направить помощь, поскольку знают его адрес.

Кейс 6. Мобильный робот Титан.

Мобильный робот с манипулятором для участия в соревнованиях Кубок РТК. Разработка мобильного робота, удовлетворяющего требованиям проходимости, автономности, функциональности манипулятора – отличный инструмент для обучения робототехнике, основам схмотехники, программирования.

Для повышения эффективности формирования креативных способностей на занятиях робототехникой мы считаем необходимым внедрение опорных схем на основе заданной структуры (ОСЗС) и тест-карт, наряду с используемыми кейсами.

Методической особенностью ОСЗС является то, что учащимся на уроках робототехники в завершённом виде не дается структурно оформленный учебный материал по этапам и операциям конструирования конкретного устройства на основе используемой нами на занятиях платформы, кото-

рый ему остается переписать и применить как инструкцию по сборке. Для работы учащимся предлагается только логическая основа технической информации по робототехническому конструированию на основе модуля Arduino, в котором представлены основные причинно-следственные связи и отношения между элементами изучаемого материала, указано, в какой последовательности он должен изучаться с помощью определенных меток, указателей и условных обозначений. Предлагаемая обучающимся в схеме логико-тематическая структура освоения учебного материала становится для них важным подспорьем при работе с кейсом, так как позволяет формировать структурированное, осмысленное знание, в том числе и через такие механизмы когнитивного бессознательного, как имплицитное научение, подпороговая память, интуиция и другие.

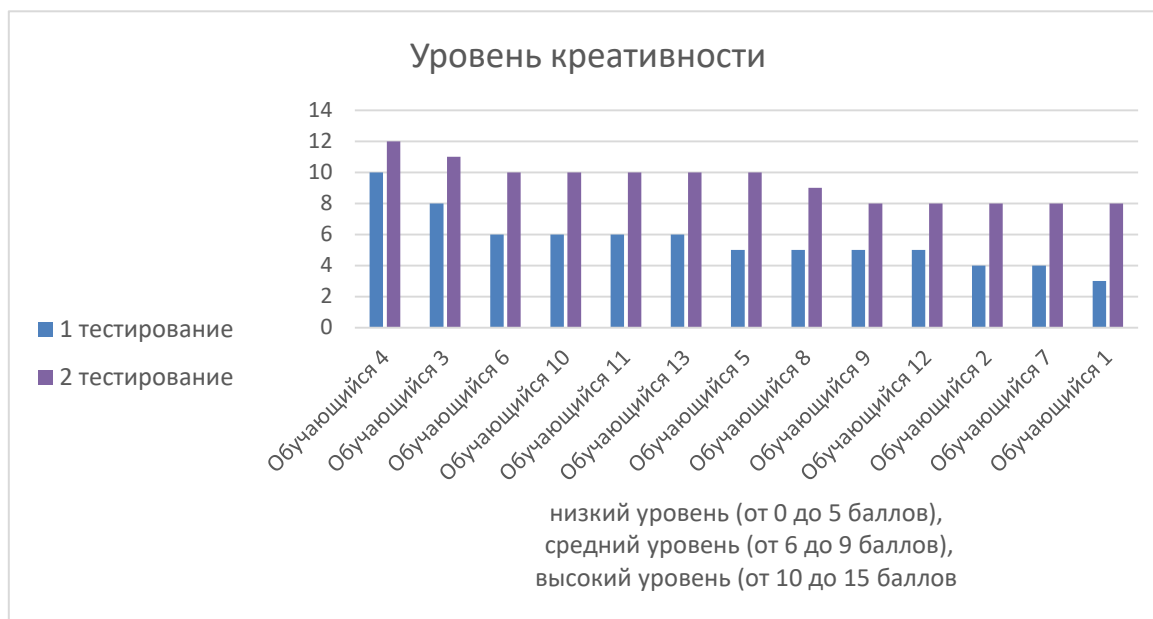
Что касается тест-карт, то обучающиеся, работающие с такими схемами, имеют возможность творчески подойти к ее заполнению, что помимо активизации у них необходимых знаний способствует формированию креативных способностей. Работая с тест-картой, учащемуся необходимо дать ответы на содержащиеся в ней вопросы (таким образом педагог проверяет знания учащихся), а также заполнить недостающие фрагменты схемы, восстановив ее целостность. Логическая структура схемы оформляется таким образом, чтобы учащийся самостоятельно смог ее освоить, выделить за-

кономерности нового материала, внести в него свои дополнения. Заполняя тест-карту, обучающиеся могут опираться на такие источники информации, как учебные пособия и справочники по робототехнике и программированию, образовательные интернет-ресурсы, рассказ педагога, мультимедийные презентации, результаты собственных наблюдений и технических опытов и экспериментов. Конечные, завершённые варианты опорных схем решения кейсов, созданные обучающимися самостоятельно или совместно с педагогом дополнительного образования, представляют собой не просто креативные и оригинальные образовательные продукты, но и учебно-технические проекты, направленные на решение прикладных задач и обладающие потенциалом коммерциализации [9, с. 110].

**Выводы.** Мы выявили развивающие возможности Arduino в развитии креативных способностей школьников, которые заключаются в создании широкой сферы ин-

новационной деятельности, соединяющей в себе программирование и конструирование современных роботизированных устройств.

Развитие креативных способностей школьников на уроках робототехники в условиях дополнительного образования становится более эффективным при ориентации учебного процесса на исследовательскую проектную деятельность и применения современных методических средств обучения, таких как кейсы, опорные схемы на основе заданной структуры (ОСЗС) и тест-карты. Это обеспечивает интерактивность и прикладную направленность учебного процесса, мотивацию учащихся, их непрерывную творческую активность на протяжении всего времени выполнения проекта. Используя методику Дж. Брунера по определению уровня креативности, мы выявили, что большая часть группы имеет средний (от 6 до 9 баллов) и высокий (от 10 до 15 баллов) уровень креативности (рис. 3).



**Рис. 3. Диаграмма уровня креативности по Дж. Брунеру**

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Выдрин, Д. Ф. Платформа Ардуино: преимущества / Д. Ф. Выдрин, А. О. Махнева, А. Р. Мавлютов. – Текст : электронный // Academy. – 2017. – № 1 (16). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/platforma-arduino-preimuschestva> (дата обращения: 16.01.2020).
2. Гейхман, Л. К. Образовательная робототехника в работе с детьми дошкольного и младшего школьного возраста / Л. К. Гейхман, М. В. Титова. – Текст : электронный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики. – 2015. – № 4 (14). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatel'naya-robototekhnika-v-rabote-s-detmi-doshkolnogo-i-mladshego-shkolnogo-vozrasta> (дата обращения: 16.01.2020).
3. Гилфорд, Дж. Структурная модель интеллекта. Психология мышления / Дж. Гилфорд. – Москва, 1965. – 244 с.
4. Гордиевских, В. М. Микроконтроллеры Lego ev3 и Arduino uno как технологическая основа для курса робототехники в вузе / В. М. Гордиевских, А. А. Кораблев. – Текст : электронный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2016. – № 3 (31). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrokontrollery-lego-ev3-i-arduino-uno-kak-tehnologicheskaya-osnova-dlya-kursa-robototekhniki-v-vuze> (дата обращения: 16.01.2020).
5. Дружинин, В. Н. Психология и психодиагностика общих способностей / В. Н. Дружинин. – Москва, 1994. – 343 с.

6. Омельченко, Е. Я. Краткий обзор и перспективы применения микропроцессорной платформы Arduino / Е. Я. Омельченко, В. О. Танич, А. С. Маклаков [и др.]. – Текст : электронный // ЭС и К. – 2013. – № 21. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkiy-obzor-i-perspektivy-primeneniya-mikroprotsessornoj-platformy-arduino> (дата обращения: 16.01.2020).

7. Пономаренко, В. И. Использование платформы Arduino в измерениях и физическом эксперименте / В. И. Пономаренко, А. С. Караваяев. – Текст : электронный // Известия Вузов. ПНД. – 2014. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-platformy-arduino-v-izmereniyah-i-fizicheskom-eksperimente> (дата обращения: 16.01.2020).

8. Подготовка педагога-исследователя в университетском образовании : коллективная монография / отв. ред. д-р пед. наук, проф. В. И. Загвязинский ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Тюменский государственный университет, Институт психологии и педагогики. – Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2017. – 164 с.

9. РОБОЛАБ ВИКИ. – URL: <https://robolab.fandom.com/ru/wiki/>. – Текст : электронный.

10. Самарина, А. Е. Возможности конструктора «Scratchduino» для обеспечения занятий по робототехнике на разных ступенях школы / А. Е. Самарина. – Текст : электронный // Концепт. – 2016. – № 10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-konstruktora-scratchduino-dlya-obespecheniya-zanyatiy-po-robototekhnike-na-raznyh-stupenyah-shkoly> (дата обращения: 16.01.2020).

11. Яковлева, Е. Л. Психология развития творческого потенциала личности / Е. Л. Яковлева. – Москва, 1997. – 224 с.

12. Taylor, C. Various approaches to and definitions of creativity. The nature of creativity / C. Taylor. – Cambridge : Cambridge University Press, 1988. – 446 p.

## REFERENCES

1. Vydrin, D. F., Makhneva, A. O., Mavlyutov, A. R. (2017). Platforma Arduino: preimushchestva [Arduino platform: benefits]. In *Academy*. No. 1 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/platforma-arduino-preimushchestva> (mode of access: 16.01.2020).

2. Geykhman, L. K., Titova, M. V. (2015). Obrazovatel'naya robototekhnika v rabote s det'mi doshkol'nogo i mladshego shkol'nogo vozrasta [Educational robotics in working with children of preschool and primary school age]. In *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Problemy yazykoznanija i pedagogiki*. No. 4 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovatel'naya-robototekhnika-v-rabote-s-detmi-doshkolnogo-i-mladshego-shkolnogo-vozrasta> (mode of access: 16.01.2020).

3. Gilford, Dzh. (1965). *Strukturnaya model' intellekta. Psikhologiya myshleniya* [Structural model of intelligence. Psychology of thinking]. Moscow. 244 p.

4. Gordievskikh, V. M., Korablev, A. A. (2016). Mikrokontrollery Lego ev3 i Arduino uno kak tekhnologicheskaya osnova dlya kursa robototekhniki v vuze [Lego ev3 and arduino uno microcontrollers as a technological basis for robotics course at university]. In *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. No. 3 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mikrokontrollery-lego-ev3-i-arduino-uno-kak-tehnologicheskaya-osnova-dlya-kursa-robototekhniki-v-vuze> (mode of access: 16.01.2020).

5. Druzhinin, V. N. (1994). *Psikhologiya i psikhodiagnostika obshchikh sposobnostey* [Psychology and psychodiagnosis of general abilities]. Moscow. 343 p.

6. Omel'chenko, E. Ya., Tanich, V. O., Maklakov, A. S. et al. (2013). Kratkiy obzor i perspektivy primeneniya mikroprotsessornoj platformy Arduino [Brief overview and prospects for the use of arduino microprocessor platform]. In *ES i K*. No. 21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kratkiy-obzor-i-perspektivy-primeneniya-mikroprotsessornoj-platformy-arduino> (mode of access: 16.01.2020).

7. Ponomarenko, V. I., Karavaev, A. S. (2014). Ispol'zovanie platformy Arduino v izmereniyakh i fizicheskom eksperimente [Using the arduino platform in measurement and physical experiment]. In *Izvestiya Vuzov. PND*. No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-platformy-arduino-v-izmereniyah-i-fizicheskom-eksperimente> (mode of access: 16.01.2020).

8. Zagvyazinskiy, V. I. (Ed.). (2017). *Podgotovka pedagoga-issledovatelya v universitetskom obrazovanii* [Training of a teacher-researcher in university education]. Tyumen, Izdatel'stvo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. 164 p.

9. *ROBOLAB VIKI*. URL: <https://robolab.fandom.com/ru/wiki/>.

10. Samarina, A. E. (2016). Vozmozhnosti konstruktora «Scratchduino» dlya obespecheniya zanyatiy po robototekhnike na raznykh stupenyakh shkoly [Scratchduino designer capabilities for robotics classes at different steps of the school]. In *Kontsept*. No. 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-konstruktora-scratchduino-dlya-obespecheniya-zanyatiy-po-robototekhnike-na-raznyh-stupenyah-shkoly> (mode of access: 16.01.2020).

11. Yakovleva, E. L. (1997). *Psikhologiya razvitiya tvorcheskogo potentsiala lichnosti* [Psychology of personal creativity]. Moscow. 224 p.

12. Taylor, C. (1988). *Various approaches to and definitions of creativity. The nature of creativity*. Cambridge, Cambridge University Press. 446 p.