

<https://www.doi.org/10.33910/1992-6464-2022-204-80-88>

*В. А. Попова, Л. А. Ларченкова, И. П. Ефимов, А. Н. Крушельницкий, И. О. Попова*

## ИНЖЕНЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

*В статье представлены результаты совместной работы профессорско-преподавательского состава института физики и Центра детского и молодежного инженерного творчества Герценовского университета над курсом «Использование ресурсов дополнительного образования при обучении физике». Описаны технические средства обучения студентов и методические подходы к обучению, основанные на диалоговом методе. Отмечается критическая важность начальной инженерной подготовки будущих учителей физики. Представлены результаты работы студентов над проектами в 2021–2022 гг.*

**Ключевые слова:** проектная деятельность, подготовка учителя, образование, STEM

*V. Popova, L. Larchenkova, I. Efimov, A. Krushelnitskii, I. Popova*

## WORKSHOPS IN ENGINEERING AND TEACHER TRAINING

*The article presents the results of the joint work of the Institute of Physics and the Center of Children's and Youth Engineering Creativity, Herzen University. The joint efforts resulted in the development of the course Using Additional Educational Resources in Teaching Physics. The paper describes technical teaching aids and dialogue-based teaching methodology. It also highlights the important role of basic training in engineering for future teachers of physics. The paper presents the results of students' projects implemented in 2021–2022.*

**Keywords:** project-based learning, teacher training, education, STEM

### Введение

Начало XXI века характеризуется стремительным и многократным увеличением научных и технологических знаний, возникновением конвергенции наук, что неизбежно отражается на всех сторонах жизни и видах деятельности человека. Образование, как особый общественный институт, в наибольшей степени несет ответственность за всестороннее развитие, подготовку и адаптацию человека к жизни в новых условиях.

Общественные процессы глобализации, интеграции, конвергенции требуют пересмотра как содержания образования в целом, так и содержания отдельных учебных предметов и дисциплин. Традиционная модель образо-

вания строится на изучении отдельных учебных дисциплин, разделенных междисциплинарными барьерами, однако новые тенденции возвращают образование к необходимости интеграции знания, к формированию целостного образа мира у учащегося.

Для новой модели образования, становление которой мы наблюдаем в настоящее время, характерны [6]:

- трансдисциплинарность;
- преобладание использования информационно-коммуникационных технологий;
- ориентация на новые требования к профессиональной подготовке и к практическому применению знаний;

- использование новых форм организации учебного труда, прежде всего групповых.

В новой модели образования должны измениться и содержание обучения, и образовательное пространство, и учителя, и ученики. В новых условиях учитель и учебник уже не являются основными источниками информации для школьника; учитель становится организатором процесса обучения, а образовательное учреждение — создателем учебного пространства, в котором обучение направлено на формирование качеств личности человека будущего и реализуется посредством современных образовательных технологий.

Наиболее популярной моделью образовательных результатов для будущего является модель компетенций «4К» (коммуникация, кооперация, критическое мышление и креативность), для формирования которых как нельзя лучше подходит проектная технология.

В России сейчас довольно большое внимание уделяется поддержке технического творчества школьников: создаются технопарки, кружки робототехники, центры технического творчества, кванториумы. Традиционное школьное обучение приобретает все более тесную связь с системой дополнительного образования и внеурочной деятельности.

Условием первого порядка для успешной реализации новых задач обучения всегда была и будет подготовка учителя. В этом контексте актуальной является проблема совершенствования содержания, методов и форм обучения будущих учителей, к профессиональным качествам которых предъявляются новые и все более сложные требования. Одним из таких требований является способность и умение организовывать проектную деятельность учащихся междисциплинарного характера, в том числе и инженерной направленности.

### **Техническое творчество как форма проектной деятельности школьников**

В настоящее время характерной проблемой для всех развитых стран является неудовлетворенный спрос на инженерно-технический персонал. В этой связи все большее внимание привлекают проблема мотивации к инженерной деятельности и возможности начальной инженерной подготовки на достаточно ранней стадии — начиная с основной и старшей школы.

Для мотивации к инженерной деятельности крупные фирмы разрабатывают и выпускают специальное оборудование (игры, конструкторы, микроконтроллеры) и программное обеспечение, которые позволяют заинтересовать детей инженерными специальностями через решение реальных инженерных задач.

В этом контексте «инженерию» можно рассматривать как инструмент реализации современных моделей обучения, позволяющий не только реализовать практические задачи обучения, формировать понятийно-абстрактное и системное мышление обучающихся, но и способствовать их всестороннему развитию, поскольку при выполнении инженерных проектов востребованы самые актуальные формы учебной работы: работа в группах; совместное решение задач; диалог в широком смысле и в самых разных видах.

Такой подход определяется следующими обстоятельствами.

Во-первых, сама по себе инженерия — это целенаправленное использование знаний для создания технических устройств, т. е. выполнение проектов.

Во-вторых, при выполнении проектов закладывается инженерное мышление, позволяющее видеть проблему с разных сторон, «в целом», с учетом многообразных связей между всеми ее составляющими. Основой инженерного творчества являются высоко развитые логические способности, креативное осмысление знаний, владение методикой технического творчества.

В-третьих, важность именно инженерных разработок подчеркнута отдельной позицией в перечне дисциплин в модели образования STEM (Science — наука, Technology — технология, Engineering — инженерия, Mathematics — математика).

В-четвертых, инженерные проекты, как правило междисциплинарные. Например, для создания, любого управляемого технического (так называемого «мехатронного») устройства необходимы механика и электроника, программирование и моделирование, системы управления и устройства для них. Каждый инженерный проект по созданию мехатронного устройства состоит из нескольких взаимодействующих частей, составляющих единое целое, которое обладает возможностями большими, чем просто сумма возможностей каждой части, то есть представляет собой систему, что подчеркивает его упорядоченность, целостность, наличие закономерностей построения, функционирования и развития. Поэтому следует говорить о системной инженерии.

В-пятых, при выполнении современных инженерных проектов кроме специфических профессиональных навыков широко востребованы и так называемые «гибкие навыки» (softskills): креативность, критическое мышление, коммуникация, кооперация, то есть те навыки, которые считаются определяющими для успеха человека в будущем и которые наиболее ценят работодатели.

Очевидно, что для получения этих эффектов в обучении нужны специалисты-педагоги. В связи с этим оказываются весьма злободневными вопросы о том, где, когда и при каких условиях будущие учителя могли бы приобрести минимальный инженерный опыт, необходимые умения и навыки. Усвоение знаний, тем более связанных с техникой, физикой и математикой, возможно только через собственные действия и переживания этих действий, оценки своей работы и полученного результата. Можно предположить, что будущий учитель может приобрести соответствующие знания и опыт их практиче-

ского применения за время обучения в педагогическом университете. Однако это не значит, что будущих педагогов нужно готовить к инженерной деятельности, конечно же, нет. Да это и невозможно, ведь подготовка квалифицированного инженера занимает 7 лет.

Учитель не должен быть инженером, но иметь собственное и правильное представление об инженерной деятельности ему необходимо хотя бы для того, чтобы мотивировать и организовывать учащихся на выполнение собственных проектов.

### **Организация инженерного практикума для будущих учителей в Герценовском университете**

В РГПУ им. А. И. Герцена реализован инженерный практикум по ознакомлению студентов — будущих учителей физики с основами проведения инженерных проектов на практике (проектирование, конструирование, управление устройством). Практикум организован на базе Центра детского и молодежного инженерного творчества и состоит из двух взаимосвязанных частей: технической и методической.

Техническая часть включает в себя изучение существующих технических, технологических и иных приемов разработки и изготовления изделия, а также непосредственное изготовление относительно несложного технического устройства с учетом оговоренных временных и ресурсных ограничений и подразумевает выполнение следующих основных этапов:

- проектирование;
- конструирование;
- разработка системы управления;
- изготовление;
- наладка;
- демонстрация полученного результата.

Основными техническими средствами, используемыми в инженерном практикуме, являются:

- виртуальный конструктор (система автоматизированного проектирования «Компас-3D»);
- реальный конструктор Arduino;
- станки с числовым программным управлением.

Виртуальный конструктор «Компас-3D» — компьютерная программа, которая предназначена для разработки цифровых двойников конструктивных элементов устройств. Разработанная документация передается специальной программой с компьютера на станок, где изготавливаются разработанные детали. Основные достоинства программы:

- относительная простота в освоении;
- наличие библиотеки стандартных элементов: линия, квадрат, окружность и так далее с изменяемыми параметрами;
- наличие обширной коллекции стандартизированных изделий;
- русскоязычная поддержка и множество дополнительной информации на русском языке;
- масштабное и продуманное двумерное проектирование;
- возможность проведения графических расчетов.

Этих возможностей программы вполне достаточно для задач Инженерного практикума будущих учителей. Для практического ознакомления с работой в программе достаточно двух-трех занятий.

Реальный конструктор Arduino является универсальным расширяемым программируемым контроллером-конструктором, подключаемым к персональному компьютеру и позволяющим организовать управление по требуемому алгоритму любых устройств с электроникой.

Arduino представляет собой готовую аппаратно-программную платформу, которую можно рассматривать как фреймворк (некую заготовку для будущего проекта). По своему техническому оснащению она идеально подходит для образовательного процесса по проектированию различных мехатронных

систем, благодаря интуитивно понятной интегрированной среде программирования Arduino IDE и возможности наблюдения физических процессов в реальном времени. Arduino имеет русскоязычную версию [2].

Главным элементом платформы является плата с микроконтроллером и расположенными на ней периферийными устройствами, доступ к которым существенно упрощается благодаря набору базовых библиотек.

Важно, что в средства Arduino включено огромное количество периферийных устройств, позволяющих собирать самые разнообразные электрические схемы для реализации систем управления — датчики, силовые модули, светодиоды, двигатели и так далее [1].

Наличие доступной базы готовых проектов на Arduino существенно облегчает начало самостоятельной работы с конструктором. Кроме того, для трехмерного моделирования объектов и моделирования электронных схем разработан онлайн-сервис Tinkercad — один из самых крупных и удобных для начинающих. Tinkercad симулирует работу электронных схем и контроллера, но при этом он является и эмулятором Arduino, реализуя практически все базовые функции — от среды редактирования программного кода и его компилирования до мониторинга портов и подключения библиотек. Tinkercad прост и удобен в работе по отладке и редактированию разрабатываемых программ [3].

Если техническая часть достаточно определена и обеспечена соответствующими инструментами, материалами и элементами для разработки и изготовления изделий, то разработка и освоение студентами методики подачи материала школьникам требует учета уровня их подготовки, особенностей решаемой инженерной задачи, временных затрат на выполнение проекта и пр.

Методическая часть практикума ориентирована на развитие умений представлять результаты выполненного проекта (в виде резюме, эссе, презентации) и адаптировать

приобретенные знания и умения для передачи школьникам. В этой части от будущих учителей требуется методическое осмысление изученных специфических инженерных методов, знаний и умений, основанное на саморефлексии и знаниях по педагогике, психологии и методике преподавания своего предмета (физики).

Указанные компетенции могут быть развиты у студентов с использованием диалогового метода, который приобретает в современных условиях ничем не заменимое образовательное значение [4]. Это связано с тем, что любая мысль — и философская, и художественная, и научная рождается в диалоге, который может быть внешним или внутренним. Внутренний диалог является источником самообоснования умозаключений, развития логики, мышления. Внешний диалог происходит с любым носителем чужого сознания, которое может быть представлено в самых разных знаковых системах — текстах. Любой читатель видит в тексте те смыслы, на которые заточены его задачи и интересы. Большинство открытий были совершены путем обнаружения в чужих текстах собственных смыслов [5].

Сегодня, благодаря участию в подобных учебных разработках большого числа людей, готовых представить миру собственные проекты, и Интернету, который позволяет им это сделать, задача поиска решения проектной проблемы может быть сформулирована следующим образом: найти аналоги устройства, планируемого к разработке, и изучить их, то есть войти с каждым автором в некоторый диалог.

Интернет создал возможность вести непрерывный диалог в виде письменной речи со всем миром, через диалог мы получаем знание и создаем его: мир презентует нам себя, а мы репрезентуем себя миру. Инженерный практикум учит и тому, и другому. Следует особо отметить, что в самопрезентации исполнителя важную роль играет письменная речь, которая, в отличие от устной речи, позволяет всесторонне, внимательно,

скрупулезно и тщательно проработать смысловое содержание текста послания.

Диалог используется на всех этапах разработки — проектирование, конструирование, создание системы управления, сборка и наладка устройства, публичная демонстрация результата. Основным инструментом он выступает и на этапе проектирования, когда разрабатываются концепция устройства (главный замысел) путем изучения литературы (поиск аналогов: текст-как-модель), обдумывания ее, обсуждения, создание эскизов, блок-схем, моделирования и так далее. Используются как внутренний диалог каждого участника (самогенерация нового знания: поиск непознанного — нового решения), так и внешний диалог в разных конфигурациях: в группе совместно с куратором; в группе с использованием доски для фиксации мыслей в рисунках, схемах, формулах; изучение аналогов устройства — поиск возможных решений.

Для поиска множества решений одной и той же проблемы используются специальные методы, например, метод мозгового штурма, метод свободных ассоциаций и ряд других (этап дивергентного мышления). После того, как процесс предложения разнообразных идей и возможностей закончен, начинается процесс, связанный с анализом, оценкой и принятием решения (этап конвергентного мышления), то есть процесс рационального отбора идей с целью отыскать наиболее приемлемое.

Но, прежде всего, разработчику следует сосредоточиться на решении той задачи, которая видится сейчас основной. Тогда решение может быть найдено при осмыслении и нерелевантной информации.

### **Итоги работы студентов в 2020–2022 гг. в рамках освоения основ инженерной деятельности**

Содержательно инженерный практикум в Центре детского и молодежного инженерного творчества Герценовского университета представляет собой комплекс мини-

проектов, объединенных общей тематикой «I-Theatre».

Практикум проводится для студентов бакалавриата, обучающихся по образовательной программе «Педагогическое образование, физическое образование» в рамках учебного курса «Использование ресурсов дополнительного образования при обучении физике» трудоемкостью 36 аудиторных часов и 36 часов самостоятельной работы.

Идея «I-Theatre» — создание открытого подиума, на котором предполагается размещать различных актеров (установок, роботов) для постановки спектаклей. Первая серия мини-проектов, выполненных школьниками совместно со студентами-кураторами, реализована в виде малой сцены (рис. 1), на которой установлен так называемый «Хоровод на мальтийском кресте». Демонстрация яркого и живого проекта позволяет заинтересовать инженерным творчеством потен-

циальных участников такой работы — школьников, приходящих в университет на разные мероприятия и экскурсии.

Студенты — будущие учителя физики — выполняли достаточно сложные технические устройства с управлением, которые были объединены общей темой «Рок-концерт». Этими устройствами, в конечном итоге, стали:

- музыкальный центр — устройство для генерации ведущего управляющего сигнала для других устройств;
- устройство для раздачи синхронизированных сигналов другим акторам и осветительной аппаратуре;
- робот-гитарист;
- робот-барабанщик.

Каждый мини-проект выполнялся группой студентов по 6–7 человек. Если основной частью первых двух проектов являлась электроника, то третий и четвертый проекты предусматривали разработку кинематических

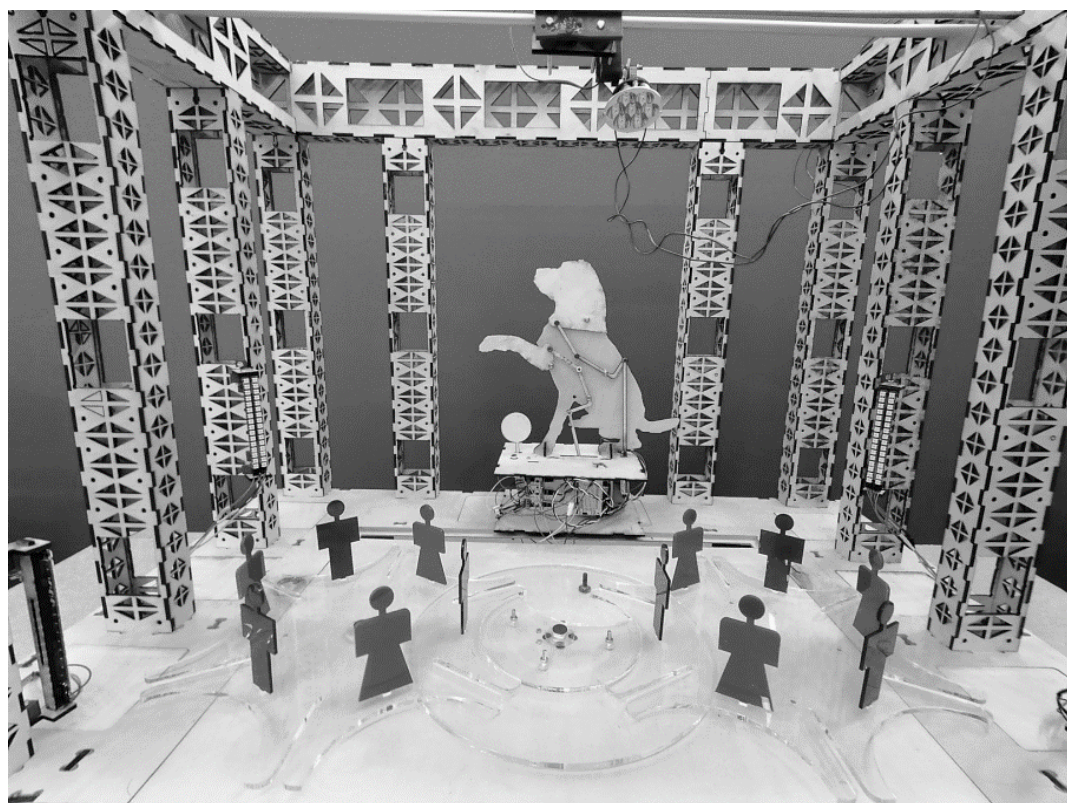


Рис. 1. Первая серия выполненных студентами мини-проектов, реализованная в виде малой сцены (фото В. А. Поповой, 2021)

схем на основе линейных двигателей, позволяющих имитировать выступление музыкантов. Движения роботов осуществлялись с помощью трех линейных двигателей с соответствующей кинематической передачей, которые управлялись музыкальным центром через частотный анализатор. Последними также управляются музыкальное и световое сопровождение движений роботов. Схема подключения показана на рисунке 2.

Поскольку предварительной подготовки по используемым в Центре детского и молодежного инженерного творчества инструментам разработки (ни по виртуальному конструктору «Компас-3D», ни по реальному конструктору для создания системы управления устройства Arduino) студенты не име-

ли, все этапы проекта выполнялись по принципу «узнал и сразу делаешь». Кроме того, учитывая естественные ограничения учебного процесса, изготовление отдельных частей изделий, требующее большой затраты времени, производилось сотрудниками Центра по чертежам, выполненным студентами.

Результат такого коллективного инженерного творчества представлен на рисунке 3.

### Заключение

Ограниченность учебного времени инженерного практикума позволяет только кратко познакомить студентов с основными инженерными задачами и некоторыми методами их решения, что делает инженерное творчество будущих учителей в его рамках

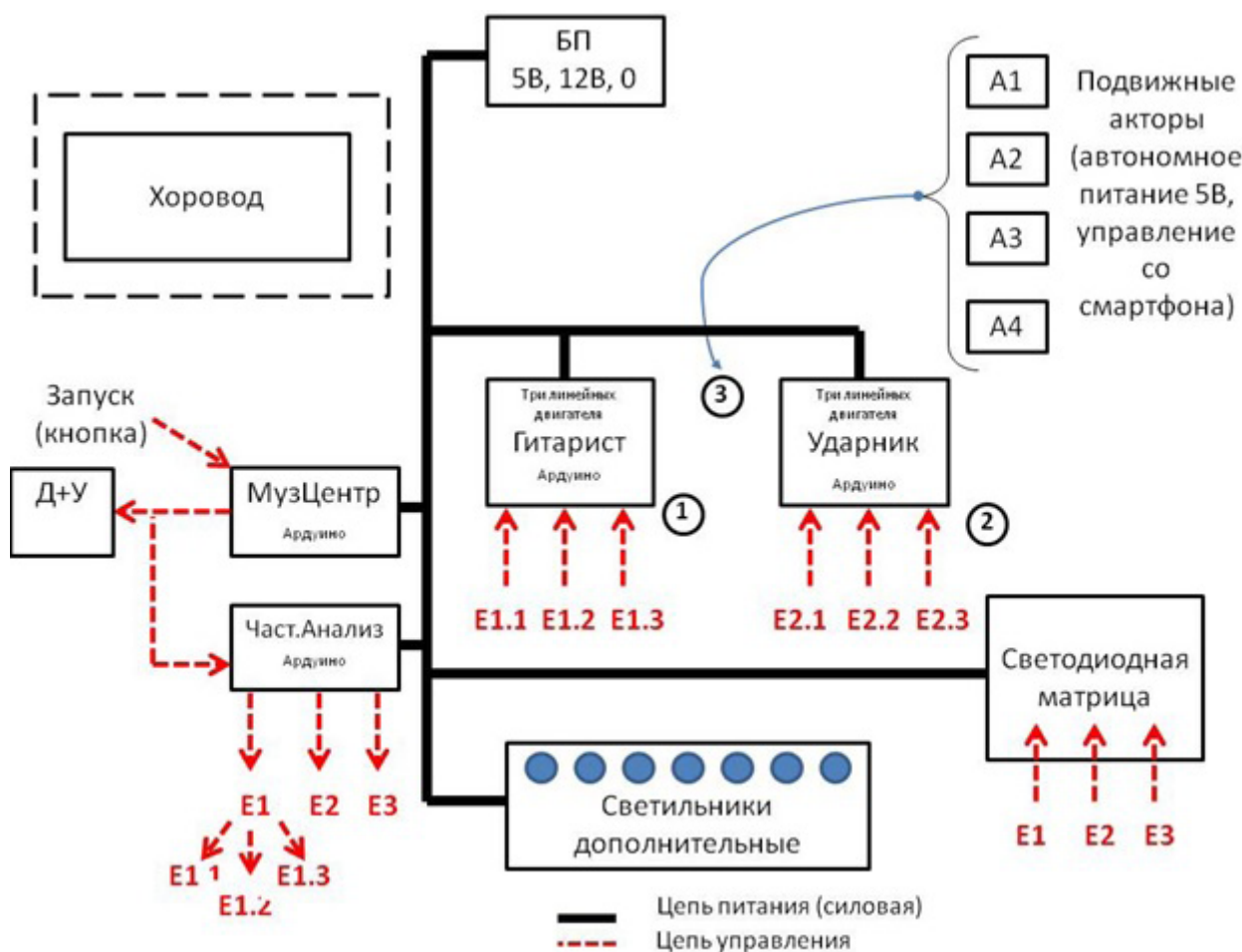


Рис. 2. Акторы проекта и схема их подключения к сетям питания и управления



Рис. 3. Открытая сцена театра — демонстрация результатов выполненных проектов (фото И. П. Ефимова, 2022)

достаточно условным. Однако опыт участия в таком проекте имеет большое значение для их профессиональной подготовки.

Идея реализации практикума была апробирована на нескольких факультетах и в институтах Герценовского университета и показала себя жизнеспособной и перспективной.

Дальнейшее развитие предполагается в следующих направлениях:

1. реализация инженерных мини-проектов для школьников в рамках внеурочной деятельности или дисциплины

«Индивидуальный проект», в которых студенты, уже прошедшие инженерный практикум, выступают в роли кураторов для школьников, приобретая и оттачивая при этом свое методическое мастерство;

2. создание и реализация программ дополнительного образования инженерной направленности, дополняющих и расширяющих содержание базового инженерного практикума.

### ИСТОЧНИКИ

1. База знаний Амперки // Амперка. [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki.amperka.ru> (дата обращения 12.01.2022).

2. Уроки программирования Ардуино. [Электронный ресурс]. <http://mypractic.ru/uroki-programmirovaniya-arduino-navigaciya-po-urokam> (дата обращения 12.01.2022).

3. TinkercadArduino — лучший онлайн симулятор ардуино на русском // ArduinoMaster. Российское ардуино-сообщество. [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits> (дата обращения 12.01.2022).



#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. *Герасимов Г. И.* От наук об образовании к науке образования // Гуманитарий Юга России. 2017. Т. 6. № 4. С. 275–290. <https://doi.org/10.23683/2227-8656.2017.4.26>
5. *Любимов Л. Л.* Концепция модернизации общего образования. Без лозунгов, призывов и наставлений, но с ответами на вопросы: Что надо делать? Почему это надо делать? Как это можно сделать? М.: НИУ ВШЭ, 2020. 80 с.
6. *Пястолов С. М.* Генезис и перспективы трансдисциплинарности // TerraEconomicus. 2016. Т. 14. № 2. С. 139–158. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2016-14-2-139-158>

#### SOURCES

1. Baza znaniy Amperki // Amperka. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://wiki.amperka.ru> (data obrashcheniya 12.01.2022).
2. Uroki programmirovaniya Arduino. [Elektronnyj resurs]. <http://mypractic.ru/uroki-programmirovaniya-arduino-navigaciya-po-urokam> (data obrashcheniya 12.01.2022).
3. TinkercadArduino — luchshij onlajn simulyator arduino na russkom // ArduinoMaster. Rossijskoe arduino-soobshchestvo. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://arduinomaster.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits> (data obrashcheniya 12.01.2022).

#### REFERENCES

4. *Gerasimov G. I.* Ot nauk ob obrazovanii k nauke obrazovaniya // Gumanitarij Yuga Rossii. 2017. T. 6. № 4. S. 275–290. <https://doi.org/10.23683/2227-8656.2017.4.26>
5. *Lyubimov L. L.* Kontseptsiya modernizatsii obshchego obrazovaniya. Bez lozungov, prizyvov i nastavlenij, no s otvetami na voprosy: Chto nado delat'? Pochemu eto nado delat'? Kak eto mozjno sdelat'? M.: NIU VShE, 2020. 80 s.
6. *Pyastolov S. M.* Genezis i perspektivy transdistsiplinarnosti // TerraEconomicus. 2016. T. 14. № 2. S. 139–158. <https://doi.org/10.18522/2073-6606-2016-14-2-139-158>