

УДК 373.1
DOI: 10.26140/bgз3-2021-1003-0037



ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ 3D ПРИНТЕРА

© Автор(ы) 2021
SPIN: 5999-1598
AuthorID: 682752
ResearcherID: C-4229-2013
ORCID: 0000-0003-2876-5681

СОРОКИН Алексей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры математики, информатики, физики, Балашовский институт

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского
(412300, Россия, Балашов, ул. Карла Маркса, 29, e-mail: asasda1@yandex.ru)

Аннотация. В статье приводится описание алгоритма по составлению, реализации и защите школьных проектов по изготовлению различных объемных моделей с помощью технологии 3D печати. Описанный в алгоритме порядок действий позволяет использовать при организации проектной деятельности индивидуальные и групповые формы работы с обучающимися при составлении, исполнении проекта и при отчете по результатам его выполнения. В статье приводится пример поэтапной реализации данного алгоритма при составлении и исполнении проекта по изготовлению брелоков для ключей от кабинетов в школе. В работе приводится описание действий по разработке модели с использованием следующих программ: Paint 3D, 3D Builder, Cure. Описываются особенности работы над созданием брелока в каждой из этих программ. В статье приводится информация об особенностях составления презентации и доклада для отчета о выполнении проекта. Рассматриваются особенности анализа вопросов и ответов после докладов для выполнения рефлексии по результатам работы над проектом. В заключительной части статьи приводятся универсальные учебные действия (УУД) и компетенции, которые осваиваются и используются при работе над проектами по изготовлению объемных моделей с помощью 3D принтера.

Ключевые слова: проектная деятельность, школа, 3D печать, алгоритм, объемная модель, Paint 3D, 3D Builder, Cure, универсальные учебные действия, компетенции.

ORGANIZATION OF PROJECT ACTIVITIES FOR THE PRODUCTION OF THREE-DIMENSIONAL MODELS USING A 3D PRINTER

© The Author(s) 2021

SOROKIN Alexey Nikolaevich, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
of the department of mathematics, computer science, physics, Balashov Institute

Saratov State University

(412300, Russia, Balashov, Carl Marx street, 29, e-mail: asasda1@yandex.ru)

Abstract. The article describes the algorithm for the preparation, realization and presentation of school projects for the production of various 3D models using 3D printing technology. The procedure described in the algorithm allows you to use individual and group forms of work with students in the organization of project activities during the preparation, realization of the project and the report on the results of its implementation. The article provides an example of a step-by-step implementation of this algorithm in the preparation and execution of the project for the production of keychains for the keys to classrooms at school. The description of actions is for models development using the programs: Paint 3D, 3D Builder, Cure. The article describes the features of working on the creation of the keychains in these programs. Information is provided about the features of making a presentation and the project implementation report. The article describes the features of the analysis of questions and answers after the reports to perform reflection on the results of work on the project. In the final part of the article describe the universal learning activities and competencies. These universal learning activities and competencies are used when working on projects for the production of 3D models.

Keywords: project activity, school, 3D printing, algorithm, 3D model, Paint 3D, 3D Builder, Cure, universal learning activities, competencies.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. В современном образовании большое внимание уделяется приобретению обучающимися навыков практической деятельности, компетенций [1-6] и применению УУД [7-11] для практической реализации собственных оригинальных идей. Также в последнее время обязательным элементом обучения в школе является выполнение различных проектов обучающимися в качестве определенного контрольного или отчетного инструмента, используемого при определении уровня знаний по какому-либо предмету или нескольким предметам одновременно [12-26]. Такая проектная деятельность может быть реализована с помощью различных современных технологий, таких как технологии 3D печати [27-31].

Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. При реализации национального проекта «Образование» создаются различные образовательные структуры (например, точки роста, кванториумы) для повышения креативности и использования при обучении различных технических

и методических инноваций. При реализации проекта предполагается развитие у обучающихся различных практических компетенций и современных востребованных профессиональных навыков по работе с современными технологиями и оборудованием. Одним из видов такого оборудования, присутствующего практически во всех подобных структурах являются системы 3D печати. В работах [27-30] присутствует описание различных современных методических приемов по работе с таким оборудованием. В [12-26] описываются возможности по реализации различных проектов. Однако, в проанализированных работах [27-30] отсутствует описание действий по реализации проектов с использованием технологий 3D печати.

МЕТОДОЛОГИЯ

Формирование целей статьи. Поэтому целью настоящей работы является изучение возможностей использования технологии 3D печати при реализации проектов в школе для формирования практических навыков использования различных УУД и формирования компетенций у обучающихся.

Используемые в исследовании методы, методики и технологии. При проведении исследования использовалось наблюдение за обучающимися, выполняющими

проект по заранее заданному плану, который представлял собой определенную последовательность действий, то есть алгоритм. В проведении исследования участвовали обучающиеся 7-11 классов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов. Для упрощения работы над проектом приведем алгоритм действий, который позволял реализовать проект по созданию объемной модели с помощью 3D принтера.

Алгоритм.

1. Определить актуальное и интересное учащемуся направление проекта. При отсутствии интереса к реализации проектов выбрать изучение и подготовку модели какого-либо реального объекта

2. Определиться с результатом (проектным изделием, которое нужно изготовить с помощью 3D принтера), который должен получиться после выполнения проекта для формулирования проектного задания.

3. При групповом выполнении определить возможность реализации частей проекта, исходя из результата, различными участниками независимо друг от друга, чтобы итоговый результат получался после создания отдельных частей и их объединения.

4. Распределить обязанности при групповом выполнении проектного задания и определить последовательность выполнения действий участниками проекта.

5. Определить порядок сборки проектного изделия или конструкции с указанием временных рамок, если изделие сложное и состоит из большого числа деталей.

6. Выполнить указанные в пунктах 1-5 действия и получить проектное изделие или конструкцию.

7. Подготовить презентацию, описывающую работу над проектом.

8. Отчитаться о выполнении проектного задания.

9. Зафиксировать недостатки и рекомендации, которые были выявлены в процессе отчета.

10. Провести рефлексию и определить пути устранения недостатков и возможности оптимизации деятельности при выполнении проекта.

Приведем пример реализации проекта в соответствии с этим алгоритмом. Цифрами будем далее указывать этапы практической реализации алгоритма.

1. В образовательной организации на ключах используются различные брелоки для указания принадлежности ключей к разным кабинетам. Необходимо изготовить брелоки в едином стиле для каждого ключа.

2. На каждом брелоке необходимо с одной стороны указать номер кабинета и логотип, характеризующий определенный кабинет. На обратной стороне брелока изобразить эмблему образовательной организации или ее сокращенное название. Подобрать логотип кабинета будет творческим заданием. Номер кабинета и логотип получатся уникальными для каждого кабинета. Можно не использовать символы, если в школе они не приняты для обозначения кабинетов. Пусть брелок будет в форме цилиндра, на основаниях которого нанесены надписи (номер кабинета с одной стороны и сокращенное наименование школы с другой стороны). В боковую поверхность цилиндра вставлен тороид, часть которого находится вне цилиндра и исполняет роль подвеса для крепления к связке ключей или к ключу от кабинета. Получается, что брелок состоит из четырех элементов: цилиндра, тора и двух надписей. В качестве результата данного проекта будут брелоки для нескольких или всех классов в школе.

3. Из-за простоты создаваемой модели получается, что ответственным за изготовление одного брелока будет один обучающийся. Таким образом, выполняемое им индивидуально задание будет заключаться в создании брелока для какого-либо школьного кабинета. Учитель распределяет для какого кабинета какой обучающийся будет создавать брелок.

4,5. У всех брелоков будут присутствовать общие

элементы. Структура всех брелоков также будет одинаковой, поэтому при создании описания проекта по созданию брелоков будет общая часть, описывающая действия по созданию брелоков. Эту часть можно подготовить всем классом под руководством учителя и использовать в качестве шаблона всеми участниками проекта. Также в проекте и отчете по нему будет присутствовать часть, подготовленная каждым обучающимся индивидуально в виде описания действий по созданию оригинального брелока.

6. Выполнение проекта происходит в течении двух недель. Первые два дня осуществляется подготовка моделей для печати на 3D принтере, а также шаблонной части проекта.

Для создания моделей брелоков используются различные программные средства. Простейшими программами для работы с объемными моделями являются встроенные в оболочку Windows 10: Paint 3D, 3D Builder. Первая программа позволяет создать модель, используя различные простейшие блоки, такие как перечисленные ранее (цилиндр, тороид, объемный текст). Вторая позволяет изменить размеры до необходимых при печати модели непосредственно принтером. Для подготовки модели к печати необходима еще третья программа-компилятор, которая выбирается из рекомендованных производителем принтеров для наилучшей подготовки модели к печати именно на данном принтере. Наиболее удобной и часто используемой программой-компилятором является программа Curg и различные ее модификации. Программа-компилятор формирует файл модели, содержащий пошаговые инструкции для работы принтера. После этого файл модели отправляется принтеру для изготовления модели.

Опишем кратко работу обучающихся в этих программах для получения модели брелока.

Создание модели начинается с открытия программы Paint 3D. После открытия программы появляется экран приветствия с возможностью создания нового файла и вставки модели или рисунка из файла. Выбираем создание нового файла, если экрана приветствия не появилось, то открывается сразу новый файл. В верхней части программы располагаются иконки, которые позволяют производить действия с различными инструментами. Для создания модели брелока будем использовать трехмерные фигуры (в появившемся после нажатия правом меню нужны будут цилиндр и тор) и текст (в появившемся правом меню нужно будет выбрать объемный текст и подходящие для него параметры). Вставляемые элементы можно выбирать и изменять непосредственно при вставке и с помощью соответствующего меню, появляющегося справа после выбора какого-либо уже вставленного элемента. После выделения какого-либо элемента появляются рядом с ним стрелки позволяющие его изменить или повернуть. Для этого необходимо нажать на соответствующую стрелку с помощью левой кнопки мыши и зажав ее переместить мышью, добиваясь необходимых параметров и расположения выбранного элемента. При выполнении поворотов необходимо помнить, что они должны быть кратны 90 градусам для наилучшего качества печати на 3D принтере. При других углах поворота качество печати будет хуже, а в некоторых случаях возможен отрыв модели от стола при печати из-за ее низкой адгезии к его поверхности. При этом даже отклонение в 1-2 градуса при поворотах, незаметное визуально, может привести к таким нежелательным при печати последствиям. Для создания модели брелока в Paint 3D вставляем перечисленные ранее элементы, изменяем их размеры и поворачиваем так, чтобы получить требуемую объемную модель. Когда модель готова, сохраняем файл с этой моделью, выбирая расширение файла *.3mf и название, соответствующее номеру кабинета.

Далее открываем модель с помощью программы 3D Builder, выполнив команду загрузить объект. В этой программе задаются размеры модели (длина, ширина, вы-

сота), которые будут использоваться для печати. Также модель поворачивается так, чтобы наиболее широкая и гладкая часть модели печаталась первой, то есть была основанием модели и находилась снизу. Для этого выделяем всю модель, нажав на нее с помощью левой кнопки мышки, и поворачиваем, используя среднее меню, расположенное внизу окна программы (углы при повороте должны быть кратны 90 градусам). Параметры модели, ее положение и размеры изменяются с помощью различных разделов данного меню. Длину и ширину модели выставляем от 30 мм до 40 мм, а высоту от 12 мм до 20 мм. Для независимого изменения размеров используем правую иконку меню при открытом замке. После выполнения указанных действий сохраняем файл модели с помощью команды «Сохранить как» из меню в левом верхнем углу окна программы с расширением *.stl и принятым ранее названием.

Этот файл потом открывается в программе Cure, настроенной на работу с используемым 3D принтером. Для открытия файла используют команду «Загрузить файл» из меню «Файл» или нажимают на значок с открытой папкой в верхней части окна программы. В этой программе проводится проверка размеров печатаемой модели, ее расположения на столе, выполняют предпросмотр послойной печати. Если при предпросмотре выявляется некачественная печать некоторых элементов брелока (не печатаются части модели или элементы букв, цифр), то создается новая модель с устранением выявленных замечаний. Выполняется повторная работа с моделью в программах Paint 3D, 3D Builder, Cure. Если при предпросмотре не выявлено значимых недостатков в печати модели, то модель сохраняется с помощью команды «Save GCode» в меню «Файл» в файл с расширением *.gcode и отправляется на печать с помощью 3D принтера.

7. Создаваемая презентация о работе над проектом может содержать от 5 до 10 слайдов с тезисным описанием, проделанной обучающимся работы. Первый слайд нужно сделать титульным с информацией о номере брелока и об обучающемся его создавшим. На втором слайде стоит разместить порядок действий обучающегося по созданию брелока в программе Paint 3D. Для описания работы в этой программе можно использовать несколько слайдов (от одного до трех). На следующем слайде нужно поместить информацию об особенностях работы в программе 3D Builder. Далее на слайде помещают информацию о работе в программе Cure. На следующем слайде помещают информацию об особенностях печати созданной модели брелока на 3D принтере. На последнем слайде размещают информацию об успехах и сложностях при выполнении проекта.

8. Для отчета составляется доклад, который раскрывает составленную ранее презентацию. Доклад содержит более подробные сведения о работе над проектом, чем представленная в презентации информация. Доклад и показ презентации длится около 10 минут в рамках отчетного мероприятия (конференции или урока-отчета). Также может быть составлен отчет в виде реферата. В нем может содержаться наиболее подробное описание выполнения различных этапов проекта. Выдержки из реферата при этом могут быть использованы в качестве доклада.

9. После выступления с докладом и презентацией задаются вопросы докладчику обучающимися и учителем. В вопросах и ответах учителем выделяются рекомендации и отмечаются недостатки при выполнении работы над проектом или над докладом по результатам этой работы.

10. На другом занятии или в конце этого после выступления всех докладчиков проводится рефлексия. При этом отмечаются успехи и сложности при проведении работ над проектом, обозначаются пути по оптимизации деятельности над проектом. Данная работа проводится учителем при активной поддержке класса, работавшего над проектом.

Работа над таким проектом осуществляется путем выполнения большого числа УУД. То есть при выполнении проекта происходит формирование практических навыков по использованию следующих УУД из [32-33]:

- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение.

- умение осознанно использовать речевые средства в соответствии с задачей коммуникации для выражения своих чувств, мыслей и потребностей для планирования и регуляции своей деятельности; владение устной и письменной речью, монологической контекстной речью.

- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий.

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;

- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;

- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;

- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;

- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;

- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;

- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.

Также при работе над этим проектом по предложенному алгоритму у обучающихся формируется большое число разнообразных компетенций, связанных с развитием коммуникативных навыков и с практическим применением знаний из информатики, физики, технических дисциплин.

ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнение полученных результатов с результатами в других исследованиях. Приводимые в данном исследовании результаты могут быть достигнуты при проведении других аналогичных занятий, в том числе при выполнении проектов. В работах [1-2] использовались аналогичные методы последовательного выполнения определенного набора действий при работе над практическими и лабораторными заданиями. Однако, в данных работах [1-2] описывается выполнение алгоритма для студентов, а не учащихся школ. При этом в работах [1-6] отмечается широкое освоение разнообразных компетенций с общим описанием их практической значимости.

Однако, в этих работах недостаточное внимание уделялось описанию формируемых УУД. В работах [7-11] описывается формирование УУД для различных категорий обучающихся, но приводимые особенности формирования УУД слабо соотносятся с выполнением проектной деятельности.

ВЫВОДЫ

Выводы исследования. Таким образом, при выполнении проекта по предложенному алгоритму формируется большой набор компетенций, относящихся к различным отраслям знания, и практические навыки использования различных УУД, отраженных в образовательных стандартах.

Перспективы дальнейших изысканий данного направления. При использовании предложенного в данной работе подхода, возможно создание аналогичных алгоритмов по реализации проектов с использованием других современных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Сорокин А.Н. Формирование компетенций у студентов естественнонаучных специальностей и направлений подготовки при проведении лабораторных работ // Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронеж: ВГЛТА, 2013. № 5 (5). С. 489-494.
2. Сорокин А.Н. Особенности формирования компетенций у студентов при выполнении лабораторных работ по изучению распространения акустических волн // Актуальные проблемы модернизации математического и естественно-научного образования: сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч.-метод. конф. г. Балашиха, 17 мая 2018г. Саратов: Саратовский источник, 2018. С.116-119.
3. Аглымова З. Ш., Камашева Ю. Л., Шевченко Д. В. Об одном подходе к измерению сформированности компетенций // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2018. Т.7. №2 (23). С.15-18.
4. Курбанов Т. К. Проблемы формирования профессиональной компетентности студентов в условиях информационного взрыва // Азимут научных исследований: педагогика и психология. – 2018. Т.7. №2 (23). С.138 – 141.
5. Яблонская Л.ю. В., Яблонская Л.и. В. Компетентность как основа модели модернизации современного отечественного образования // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2017. Т.6. №4 (21). С.263 – 265.
6. Одарич И. Н., Третьякова Е. М. Критерии и показатели уровней сформированности профессиональных компетенций студентов строительного профиля // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т.7. №2 (23). С.183-185.
7. Гильманина С.И., Гайфуллина А.З. Формирование регулятивных УУД в проектной деятельности // Химия в школе. 2019. № 9. С. 44-47.
8. Клинова М.Н. Дидактические задания для формирования и развития познавательных УУД // Химия в школе. 2018. № 3. С. 8-13.
9. Непейна Т.А. Формирование и оценивание логических УУД // Химия в школе. 2018. № 3. С. 13-16.
10. Болотникова Н.В., Розка В.Ю. Постановка целей и задач учебной деятельности как средство формирования универсальных учебных действий (УУД) // Мастер-класс. 2018. № 2. С. 11-14.
11. Колокольникова З.У., Лобанова О.Б. Диагностика сформированности коммуникативных УУД старшеклассников // Человек и язык в коммуникативном пространстве: сборник научных статей. 2018. Т. 9. № 9. С. 268-273.
12. Хитрова А.В. Специфика организации проектной деятельности обучающихся в различных системах обучения // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 290-293.
13. Ильяшенко Л.К. Опыт реализации проектной деятельности в Сургутском филиале тюменского индустриального университета // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т. 9. № 1 (30). С. 132-135.
14. Королькова Л.Г. Использование периодического закона в учебной проектной деятельности с целью достижения метапредметных образовательных результатов // Физика в школе. 2020. № S2. С. 180-185.
15. Вахитов Р.Р., Вахитова Е.С., Хабибуллин Д.А. Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности в образовательных учреждениях в рамках реализации ФГОС // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2020. Т. 9. № 4 (33). С. 57-60.
16. Исаева С.Э., Оказова З.П. Организация проектной и исследовательской деятельности учащихся в современной школе // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 3 (24). С. 112-114.
17. Acosta Z., Nilson E. INTERCULTURALITY AND MUSICAL EDUCATION IN COLOMBIA. NOTES FOR A CLASSROOM PROJECT // REVISTA CONRADO. V.16. Issue: 77. P. 258-266.
18. Pacheco G., Aparecida G., Silva J. INVESTIGATIVE PEDAGOGICAL THROUGH THE WORLD METHODOLOGY BY PROJECTS CHILD EDUCATION // LAPLAGE EM REVISTA. V.6. P. 144-154.
19. Petersen N., Rademeyer V., Ramsaroop S. Building Academic Support in Preservice Teacher Education Using Peer Tutors: An

Educational Action Research Project // EDUCATIONAL RESEARCH FOR SOCIAL CHANGE. V. 9. Issue: 2. P. 32-46.

20. Cavener J., Phillips C., Shenton F. Enhancing practitioner-led education in social work: developing a secondment project // SOCIAL WORK EDUCATION. V. 39. Issue: 3. P. 350-361.

21. Asakura K., Occhiuto K., Todd S. et al. A Call to Action on Artificial Intelligence and Social Work Education: Lessons Learned from A Simulation Project Using Natural Language Processing // JOURNAL OF TEACHING IN SOCIAL WORK. V. 40. Issue: 5. P. 501-518.

22. Levanova E., Galustyan O., Seryakova S. et al. Students' Project Competency within the Framework of STEM Education // INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING. V. 15. Issue: 21. P. 268-276.

23. Zarouk M., Olivera E., Peres P. et al. The Impact of Flipped Project-Based Learning on Self-Regulation in Higher Education // INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING. V. 15. Issue: 17. P. 115-135.

24. Setyarin T., Miftakhul J. The Effect of Project-Based Learning Assisted PANGTUS on Creative Thinking Ability in Higher Education // INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING TECHNOLOGIES IN LEARNING. V. 15. Issue: 11. P. 245-251.

25. Losada Loureiro C., Rodriguez J. Analysis of the Digital Education Project (E-DIXGAL): the views of Primary School teachers // DIGITAL EDUCATION REVIEW. Issue: 36. P. 171-189.

26. Reese R. The Prison Education Project // INTERNATIONAL REVIEW OF EDUCATION. V. 65. Issue: 5. P. 687-709.

27. Рыжков А.И. Спецкурс «3D-печать и 3D-моделирование» в старших классах средней школы // Вестник педагогических инноваций. 2018. № 1 (49). С. 127-132.

28. Шегай И.Н. 3D-моделирование и 3D-печать во внеурочной деятельности в контексте реализации флос нового поколения // Информатика в школе. 2020. № 1 (154). С. 16-25.

29. Сухорукова Е.В. 3D печать и изучение геометрии // Образование. Технологии. Качество. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. г. Саратов, 29-30 марта 2020 г. М.: Издательство «Перо», 2020. С. 115-120.

30. Сорокин А.Н. Особенности печати объемных моделей на 3d принтере с помощью программы WANHAO CURE // Инновации и рискологическая компетентность педагога Сборник научных трудов. В 2-х ч. Ч.2. Саратов: Саратовский источник, 2020. С. 218-221.

31. Сорокин А.Н., Сухорукова Е.В. Технологии изготовления моделей на 3D принтере. М.: Издательство «Перо», 2020. 80с.

32. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. №1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1644) [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=osnov (дата обращения 19.02.2021)

33. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 октября 2009 г. №203н «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 № 1645) [Электронный ресурс]: [сайт]. – URL: https://fgos.ru/LMS/wm/wm_fgos.php?id=sred (дата обращения 19.02.2021)

Статья поступила в редакцию 02.03.2021

Статья принята к публикации 27.08.2021