

Формирование технико-конструкторских умений и ключевых компетенций учащихся на факультативных занятиях «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем»

Евланов Максим Витальевич,
учитель физики высшей
квалификационной категории
средней школы № 45 г. Минска,
магистр педагогических наук

Современная высокотехнологическая производственная среда определяет высокую потребность в подготовке высококвалифицированных кадров, обладающих профессиональными компетенциями в области проектных и инженерных технологий. Соответствие образования требованиям современного рынка труда проявляется через реализацию новых структурных и функциональных требований к современному специалисту, учитывающих творческие способности и умения конструировать, проектировать, принимать решения и брать на себя ответственность за их выполнение, а также быть мобильным в нестандартных ситуациях.

Стремительное развитие техники и технологий ставит профессию инженера в ряд самых значимых сегодня и востребованных в будущем. Инженерное образование выступает важным аспектом мирового экономического развития. Высококвалифицированные кадры, способные эффективно справляться с экономическими, экологическими, военными и иными вызовами, являются основным ресурсом, определяющим степень благосостояния и безопасности любого государства. В руках инженеров сосредоточены инструменты для достижения технологического суверенитета, а результаты их работы определяют технико-технологический ландшафт завтрашнего дня.

Своего рода заделом в подготовке компетентных кадров технической сферы выступает формирование технико-конструкторских умений учащихся как основы стимулирования и поддержания познавательного интереса к физико-математическим наукам, техническому творчеству, изобретательству, развития способности к осознанному выбору и успешному освое-

нию инженерных профессий. Данная идея созвучна поставленной Министерством образования Республики Беларусь задаче открытия с 2023/2024 учебного года профильных инженерных классов (X класс) и вписывается в дорожную карту по развитию сети профильных классов инженерной направленности в учреждениях общего среднего образования.

Технико-конструкторские умения — освоенная учащимися обобщённая система умственных и практических действий, составляющих структуру технико-конструкторской деятельности, обеспечивающей выполнение экспериментальных учебных заданий.

Педагогическим инструментом формирования технико-конструкторских умений обучающихся, по нашему мнению, выступает проектное обучение, ведущая идея которого заключается в вовлечении их в активный творческий, познавательный процесс, обеспечивающий понимание каждым учащимся, зачем ему нужны те или иные знания, где их можно применять и как они могут быть ему полезны.

Овладению учащимися технико-конструкторскими умениями на уроках физики на III ступени общего среднего образования будет способствовать метод проектов и реализация STEM-подхода с последующим формированием функциональной грамотности, метапредметных и межпредметных компетенций старшеклассников.

С целью вовлечения обучающихся в проектно-исследовательскую и технико-конструкторскую деятельность, предоставления им возможности для творчества, повышения мотивации к обучению и личной заинтересованности в поиске новых знаний, необходимых для решения конкретных исследовательских и практических задач, разработан факультатив «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» для X—XI классов учреждений общего среднего образования.

Учебно-методический комплекс (УМК) факультативного занятия «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» состоит из учебной программы, методических рекомендаций для учителей и пособия для учащихся (сборник дидактических материалов).

Программа факультативных занятий «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» и соответствующее пособие для учащихся рассчитаны на 35 часов (1 час в неделю) в X классе и на 34 часа (1 час в неделю) в XI классе. На факультативных занятиях старшеклассники выполняют различные проекты (в парах, группах, индивидуально), научатся правильно оформлять и представлять результаты.

Цель факультативных занятий «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» — формирование в рамках проектной деятельности ключевых компетенций и технико-конструкторских умений учащихся, необходимых для жизни и успешной самореализации, и таких качеств личности, как инициативность, способность творчески мыслить, находить нестандартные решения.

Задачами факультативных занятий в соответствии с возрастными особенностями и способностями обучающихся являются: *развитие* их познавательной и творческой активности на основе проектной деятельности, умений применять знания при анализе новой (нестандартной) ситуации, составлении задач; *овладение* учащимися универсальными учебными действиями, обеспечивающими самостоятельное усвоение новых знаний и умений, эффективное решение различного рода задач; *формирование* у обучающихся умений видеть и понимать значимость физических и математических знаний для жизни каждого человека, различать факты и оценки, сравнивать и объяснять физические явления и процессы, предсказывать их развитие, выявлять новые закономерности, делать выводы; *приобретение* опыта сотруд-

ничества с учителем, одноклассниками при осуществлении поисково-исследовательской и иных видов творческой деятельности, развитие умений работать в группе: выполнять различные социальные роли, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию; *расширение* представлений о роли физики и математики в познании мира, физических и математических методах исследования.

Методические задачи:

- научить решать ситуационные задачи;
- организовывать проектную деятельность учащихся (выполнение индивидуальных и мини-проектов).

Факультативные занятия для учащихся X—XI классов будут способствовать формированию у них познавательного интереса к изучению учебных предметов «Физика» и «Математика», реализации межпредметных связей в образовательном процессе, а также формированию технико-конструкторских умений учащихся при выполнении предложенных проектных заданий, развитию их логического и аналитического стиля мышления, математической индукции, умения самостоятельно и творчески работать с научной и учебной литературой и, что особенно важно, повышению мотивации к учебной деятельности.

В программу факультативных занятий для каждого из классов входят два раздела:

1. Наша лаборатория (включает ситуационные задачи инженерно-технической направленности и мини-проекты).

2. Групповые проекты.

Цель ситуационных задач — решение вопросов, которые могут возникнуть в повседневной жизни, подготовка учащихся к осуществлению проектной деятельности.

При решении ситуационных задач предлагается применять следующий **алгоритм** работы:

1. Выделить физические процессы и явления, которые лежат в основе описы-

ваемых конструкций или процессов, назвать их. При необходимости привести их схематическое или графическое описание.

2. Записать необходимые базовые формулы в соответствии с пунктом 1.

3. Построить математическую модель процессов, описываемых в условии, используя конкретные параметры задачи, базовые формулы физики.

4. Если необходимо, использовать дополнительные справочные данные.

5. Составить систему уравнений, проанализировать её с точки зрения возможных упрощений, рациональных методов решения.

6. Решить полученную систему, произвести числовые расчёты, обратив внимание на правильное использование единиц физических величин.

7. Проанализировать полученный ответ.

Приведём примеры конкретных ситуационных задач.



Задача 1. «Бетховен, Вега и музыка»

Великий композитор Людвиг ван Бетховен никак не мог освоить четыре арифметических действия. Например, чтобы умножить 12 на 25, он был вынужден писать число 12 двадцать пять раз и только после этого сложением находил искомого произведения.

Примерно аналогичные способности в музыке проявил австрийский математик Георга Вега, который не раз говорил: «Нет ни хорошей музыки, ни плохой музыки. Есть только большой шум и маленький шум».

Вопросы для учащихся:

1. Как вы считаете, связана ли математика с музыкой? (*Предполагаемый ответ:* да, счёт тактов и т. д.)

2. Придумайте свой «музыкальный» алфавит и сочините с его помощью фрагмент песни.

Технико-конструкторское задание для учащихся: изготовить из подручных материалов и соломинок пан-флейту (рисунок 1).



Рисунок 1. — Пример пан-флейты



Задача 2. «Безнаказанное хищение»

На телефонной линии Гродно — Гомель каждую зиму совершенно бесследно пропадает несколько сотен метров дорогой телефонной и телеграфной проволоки.

Вопросы для учащихся:

1. Кто виноват в исчезновении проволоки? (*Предполагаемый ответ:* при охлаждении твёрдые тела сжимаются.)

2. О каком физическом явлении идёт речь? (*Предполагаемый ответ:* тепловое расширение тел.)

3. Сказывается ли это на работе телефонной связи? (*Предполагаемый ответ:* нет.)

4. Есть ли способ предотвратить это исчезновение? (*Предполагаемый ответ:* оставить неизменной температуру.)

5. Возможно ли такое исчезновение с другими техническими объектами, например с рельсами и мостами? (*Предполагаемый ответ:* да, возможно, и последствия такого исчезновения будут более ощутимы.)

6. Следует ли учитывать инженерам и конструкторам факт пропажи проволоки при строительстве и создании технических объектов и сооружений? (*Предполагаемый*

ответ: да, чтобы избежать различных катастроф.)

Дополнительные вопросы:

1. Как вы думаете, где могут в технике и быту применяться вещества и материалы, которые сжимаются при нагревании? (*Предполагаемый ответ:* такие материалы могут использоваться в механизмах, которые должны сохранять высокую точность хода даже при колебаниях температуры, например в часах.)

2. Какие альтернативные варианты применения подобных материалов и веществ в жизни человека вы можете предложить? (*Предполагаемый ответ:* для защиты высокоточных компонентов микроэлектромеханических систем от теплового расширения.)

При решении задачи о «Безнаказанном хищении» учащимся необходимо вспомнить явление теплового расширения тел и факторы, влияющие на данный процесс. В ходе решения задачи отрабатываются предметные знания и умения на материале, значимом для учащегося. Учитель может усилить воспитательный потенциал задачи, акцентировав внимание на роли математических вычислений и физики в познании окружающей среды.



Задача 3. «SOS! Остановите фитофтороз!»

Кто из огородников не знает, что такое фитофтора? Каждый сталкивался с этим заболеванием — кто реже, а кто и каждый сезон. Но из-за незнания способов борьбы с фитофторозом развитие заболевания часто только прогрессирует. В результате это может привести к гибели всего урожая. Как справиться с данной проблемой?

Учащимся предлагается изучить теоретический материал о наиболее эффективных способах борьбы с фитофторозом (таблица 1).

Таблица 1. — Способы и результаты борьбы с фитофторозом (на примере томатов)

Растения Способ	«Маленький принц»		«Бычье сердце»	
	обработанные	необработанные	обработанные	необработанные
Кефирное опрыскивание	Заразились в начале августа	Заразились в конце июля	Заразились в середине августа	Заразились в начале августа
Раствор трutowика	Заразились в середине августа	Заразились в конце июля	Заразились в конце августа	Заразились в начале августа
Медные прокалывания	Не заразились	Заразились в конце июля	Не заразились	Заразились в начале августа
Опрыскивание после заражения		Выздоровления не произошло		Новые побеги не заражены

Из таблицы видно, что заболевание растений и развитие в них гриба зависит от устойчивости сорта. Метод медных прокалываний действует лучше и эффективнее остальных, устраняет фитофтору и борется с её появлением. Заразившиеся растения уже невозможно вылечить, но при хорошем уходе существует вероятность получить здоровые побеги.

Учитель может изменить условие задачи и предложить, например, изучить методы борьбы с садовыми вредителями.

Задания для учащихся:

1. Воспользовавшись литературой или интернет-источниками, выпишите основные причины возникновения заболевания, его признаки и меры профилактики.

2. Проанализируйте таблицу 1 и определите наиболее эффективные методы профилактики фитофтороза у помидоров.

3. Проверьте экспериментально эффективность народных методов борьбы с болезнью применительно к другим растениям.

4. Разработайте правила, которые будут способствовать получению хорошего (здорового) урожая.

Дополнительные задания и вопросы:

1. Попробуйте с родителями, друзьями или учителем вырастить съедобные грибы в домашних условиях.

2. Определите скорость роста грибов (измерив размеры и время роста) и факторы, влияющие на неё (например, влажность воздуха).

При решении задачи «SOS! Остановите фитофтороз!» учащиеся должны предложить наиболее эффективные способы борьбы с фитофторозом. Знания, полученные в ходе выполнения задания, носят практический характер и напрямую взаимосвязаны с учебным предметом «Биология».



Задача 4. «Метеороиды»

Метеороиды — это космические камни, проникающие в атмосферу Земли. При падении метеороиды нагреваются и горят

тлеющим пламенем. Большинство из них сгорает до того, как коснётся поверхности Земли. В момент удара о Землю метеороид может оставить углубление, которое называется кратером.

Вопросы для учащихся:

1. По мере того как метеороид приближается к Земле и её атмосфере, он ускоряется. Как вы считаете, почему это происходит? (*Предполагаемый ответ:* метеороид притягивается Землёй.)

2. Влияет ли атмосфера планеты на количество кратеров на её поверхности? (*Предполагаемый ответ:* да, поскольку большая часть астероидов и всяких небесных тел сгорают в ней.)

3. Запишите утверждение, выбрав нужное слово в скобках: «Чем плотнее атмосфера планеты, тем (меньше/больше) кратеров будет на её поверхности, так как (меньше/больше) метеороидов будет сгорать в атмосфере». (*Предполагаемый ответ:* чем плотнее атмосфера планеты, тем меньше кратеров будет на её поверхности, так как меньше метеороидов будет сгорать в атмосфере.)

4. На рисунке 2 схематично представлены кратеры.

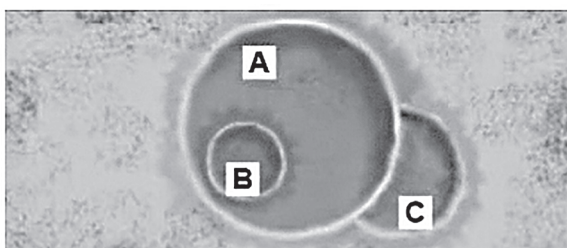


Рисунок 2. — Кратеры метеороидов

Разместите от большего к меньшему кратеры согласно размеру метеороида, по причине которого они возникли.

Самый большой	→	Самый маленький

(*Предполагаемый ответ:* А, С, В.)

Разместите кратеры в порядке их появления от самого старого до самого нового.

Самый старый	→	Самый новый

(*Предполагаемый ответ:* С, А, В.)

При выполнении *мини-проектов* учащиеся овладевают различными способами интегрирования информации, учатся вырабатывать собственное мнение на основе осмысления различного опыта и представлений, выражать свои мысли ясно и корректно, продуцировать новые идеи при решении задач (выдвижение гипотез с последующим доказательством или опровержением, с помощью различных источников информации), строят умозаключения и логические цепочки доказательств, что способствует формированию у них технико-конструкторских умений.

Приведём пример мини-проекта.

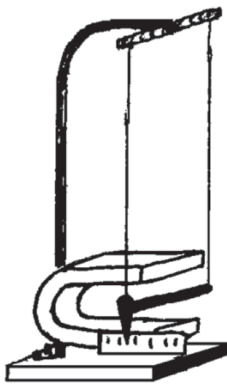
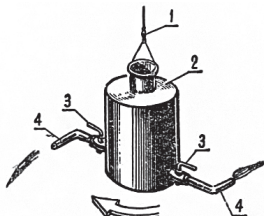
Мини-проект «Расширяем физическую лабораторию».

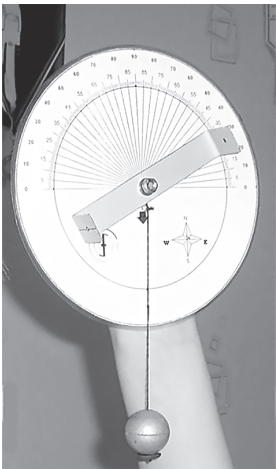
Во время выполнения данного проекта обучающиеся подбирают теоретический материал по теме и готовят презентацию для выступления, которая должна содержать итоги исследования и выводы. В результате выполнения предложенного проекта у старшеклассников формируются технико-конструкторские умения.

Учащиеся самостоятельно или совместно с учителем составляют перечень необходимых материалов, а затем конструируют учебное оборудование по различным учебным предметам (в нашем случае — «Физика» и «Астрономия»).

В таблице 2 приведены примеры учебного оборудования, которое можно изготовить в домашних условиях, этапы выполнения технико-конструкторских заданий по конструированию и возможные варианты конструкции учебного оборудования (приборов).

Таблица 2. — Примеры учебного оборудования и варианты конструкции приборов

Пример оборудования по учебным предметам «Физика» и «Астрономия»	Описание технического устройства	Возможный вариант конструкции прибора
Прибор для демонстрации действия силы Ампера	К одной опоре прикреплены подковообразный магнит и проводник, подвешенный на тонких проволоках. При подключении к выпрямителю в проводнике возникает электрический ток, и в зависимости от его направления под действием магнитного поля проводник отклоняется в ту или другую сторону. Для установления соотношения между величиной силы Ампера и силой тока в проводнике на одной из сторон магнита прикреплена шкала, а на конце проводника — стрелка	
Сегнерово колесо	Сегнерово колесо было изобретено в 1750 году венгерским физиком и математиком Яношем Сегнером. Оно состоит из воронки, внизу которой укреплены две горизонтальные трубки с отогнутыми в горизонтальной плоскости концами. Эти концы открыты, и если заливать воду в воронку, она вытекает через них, и сегнерово колесо начинает вращаться. Действие сегнерова колеса основано на реакции вытекающей струи. По сути, это одна из первых реактивных гидравлических турбин. <i>Примечание:</i> по технике безопасности в учреждениях образования не разрешено показывать опыты с использованием открытого огня. Поэтому в кабинете физики невозможно продемонстрировать реактивное движение — движение под действием вытекающей воды и движение под действием выпускаемого воздуха. <i>Материалы:</i> сосуд конической формы, изготовленный из пластмассовой воронки (можно использовать пластиковую бутылку), 2 изогнутые питьевые трубочки для сока. Если налить воду в воронку, то сегнерово колесо начинает вращаться в сторону, обратную вытеканию струи	 1 — вертлюг подвеса; 2 — резервуар с жидкостью; 3 — краны; 4 — реактивные трубки

Пример оборудования по учебным предметам «Физика» и «Астрономия»	Описание технического устройства	Возможный вариант конструкции прибора
Астролябия	Астролябия — инструмент астрономов, путешественников, моряков, строителей — изобретена в Древней Греции для измерения вертикальных углов, что давало возможность установить положение светил. <i>Материалы:</i> лист пластика (размером чуть больше 15 × 15 см), два транспортира (диаметр дуги 7,5 см), школьный компас, металлическая пластинка (ширина 2,5—3,5 см, длина 20—22 см), болт, шайбы, гайки (сплавы меди или алюминия). <i>Последовательность действий:</i> • из листа пластика вырезать круг диаметром 14—15 см. В центре сделать отверстие для болта — это лимб. На лимб приклеить две шкалы от транспортиров; • в центре металлической пластинки просверлить отверстие для болта; • присоединить к кругу пластинку, согнуть выступающие концы под углом 90°, прорезать в них узкие прямоугольные отверстия; • между центральным отверстием и отогнутыми концами симметрично сделать прорезы для считывания показаний — это визирная планка, или алидада; • с помощью болта скрепить лимб и алидаду, чтобы они свободно вращались; • на алидаду приклеить компас. Готовым прибором можно измерить азимут и вертикальные углы	

После выполнения задания учащиеся тестируют (проводят соответствующие эксперименты) изготовленное учебное оборудование, формулируют выводы о достоинствах и недостатках изготовленных ими приборов, определяют трудности, с которыми столкнулись в процессе конструирования.

Затем учащиеся, перейдя по QR-коду, знакомятся с **виртуальным музеем** «Взгляд сквозь время: наглядное преподавание физики в школах Санкт-Петербурга», который создан на основе коллекции физического оборудования, методических и



учебных изданий по физическому эксперименту для учителя, школьных учебников физики разных лет.

Дополнительные задания и вопросы:

1. Предложите свою концепцию Музея физических приборов.

2. Посещение какого музея было бы для вас наиболее интересным (в контексте какого-либо учебного предмета)?

3. Напишите сочинение-рассуждение на тему «Музей физики — какой он?».

Одним из видов работы на факультативных занятиях является выполнение **групповых проектов**: «Подготовка к школьной научно-практической конференции STEM_PROJ. Презентация полученных результатов и оформление полученных материалов»; «Знакомимся с микроконтроллерами Calliore mini»; «Создание интерактивной карты Беларуси предметной направленности»; «Бережливая школа = ЭкоЛогичная школа»; «Подготовка к школьной научно-практической конференции STEM_PROJ. Презентация полученных результатов и оформление полученных материалов (стендовая защита)»; «В мире микроконтроллеров Calliore mini»; «Умный кабинет»; «Школа будущего».

Рассмотрим пример группового проекта.

Групповой проект «Создание интерактивной карты Беларуси предметной направленности».

Во время выполнения проекта каждый учащийся создаёт интерактивную карту по одному из учебных предметов.

Интерактивная карта Беларуси может состоять из следующих *элементов*:

- слайда презентации в виде карты Республики Беларусь с гиперссылками, по которым осуществляется переход на одну из выбранных областей Республики Беларусь;

- слайдов карт областей Республики Беларусь с нанесёнными на них с помощью гиперссылок памятными местами, связанными с выбранным учебным предметом;
- слайдов с информацией о памятном месте.

Этапы выполнения проекта:

1. Выбор памятных мест и достопримечательностей Республики Беларусь, которые относятся к одному из учебных предметов. Изучение литературных источников с целью поиска ключевой информации о выбранных местах и достопримечательностях.

2. Распределение отобранных памятных мест и достопримечательностей по областям Республики Беларусь.

3. Составление с помощью редактора MS PowerPoint интерактивной карты (с использованием гиперссылок).

4. Презентация и защита полученных интерактивных карт. Предложения по их дальнейшей модификации и применению на практике и в образовательном процессе учреждений образования.

Приведём пример интерактивной карты по учебному предмету «Астрономия», составленной с помощью редактора MS PowerPoint (*рисунки 3—5*).



Рисунок 3. — Карта Республики Беларусь с гиперссылками на области



Рисунок 4. — Карта Минской области с нанесёнными на неё памятными местами

Выполнение групповых проектов требует от учащихся использования и применения навыков, полученных в ходе решения ситуационных задач и подготовки мини-проектов, во время работы в текстовом редакторе и PowerPoint, поиска информации в различных источниках и сети Интернет.

Работая над проектом, учащиеся должны решить определённые задачи на основе выстроенного алгоритма действий, при этом они могут воспользоваться помощью группы или получить консультацию учителя.

Проектно-исследовательская деятельность в рамках факультативных занятий при выполнении групповых проектов предоставит учащимся возможность выбрать роль в соответствии со своими склонностями и интересами, внести вклад в итоговую совместную работу.

Учебно-методический комплекс факультативных занятий «Функциональная

Минский планетарий

Минский планетарий — комплекс из планетария и обсерватории в парке Горького, открыт в 1965 году. Является крупнейшим стационарным планетарием в стране.



[Вернуться к карте Минской области](#)

Рисунок 5. — Страница с информацией о памятном месте (Минский планетарий)

грамотность: конструируем и проектируем» позволит учащимся при решении ситуационных задач и выполнении проектов овладеть умениями ставить цели, планировать и искать пути их достижения, анализировать и оценивать результаты; расширить представления о роли физики и математики в познании мира, о физических и математических методах исследова-

ния; применять знания при анализе новой (нестандартной) ситуации; развить умения работать с различными источниками информации, описывать реальные объекты и явления с помощью физических моделей.

УМК «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» планируется разместить на национальном образовательном портале в полном объеме.

Литература

1. *Алексашина, И. Ю.* Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся : учеб.-метод. пособие / И. Ю. Алексашина, О. А. Абдулаева, Ю. П. Кисёлев ; науч. ред. И. Ю. Алексашина. — СПб. : КАРО, 2019. — 160 с.
2. *Алексеева, Е. Е.* Методика формирования функциональной грамотности учащихся в обучении математике / Е. Е. Алексеева // Проблемы современного педагогического образования. — 2020. — № 66 (2). — С. 10—15.
3. *Бегашева, И. С.* Практико-ориентированные задания по физике для профессиональной ориентации учащихся основной школы : практикум / И. С. Бегашева. — Челябинск : ЧИППКРО, 2021. — 48 с.
4. *Запрудский, Н. И.* Современные школьные технологии-3 / Н. И. Запрудский. — Минск : Сэр-Вит, 2017. — 168 с.
5. *Запрудский, Н. И.* Эффективные практики методической работы в школе / Н. И. Запрудский, Г. А. Сухова. — Минск : Сэр-Вит, 2022. — 172 с. : ил. — (Мастерская учителя).
6. *Коликова, Е. Г.* Проектирование курсов внеурочной деятельности на основе межпредметных связей : метод. пособие / авт.-сост. : Е. Г. Коликова, Д. З. Шибкова. — Челябинск : ЧИППКРО, 2021. — 56 с.
7. *Куксо, Е. Н.* Миссия невыполнима : как повысить качество образования в школе / Е. Н. Куксо. — М. : Сентябрь, 2016. — 192 с.
8. *Печенёва, Т. А.* Педагогика для «цифрового» поколения : пути развития информационно-аналитических компетенций студента / Т. А. Печенёва. — Минск : Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2022. — 182 с.
9. *Сластёнин, В. А.* Педагогика : учебник / В. А. Сластёнин. — М. : Academia, 2019. — 400 с.
10. *Уткина, Т. В.* Функциональная грамотность : современный контекст / Т. В. Уткина, О. Б. Пяткова, А. Г. Донской // Муниципальное образование : инновации и эксперимент. — 2020. — № 5 (74). — С. 4—11.
11. *Хетти, Дж.* Видимое обучение для учителей / Дж. Хетти. — М. : Национальное образование, 2021. — 320 с.

Материал поступил в редакцию 20.03.2023.