

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ТЕХНОПАРКА И
КВАНТОРИУМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ТРАНСФЕРА
ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ**

Монография

Оренбург

2023

УДК 37.013

ББК 74.489

Рецензенты:

Герасименко Сергей Алексеевич, кандидат физико-математических наук, доцент, директор института математики и информационных технологий ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Налбандян Юлия Сергеевна, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического анализа и геометрии института математики, механики и компьютерных наук имени И.И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»

Научный редактор: кандидат педагогических наук, доцент В. Ю. Нефедова

Авторы: В. Ю. Нефедова, И. В. Игнатушина, Е. В. Кривоплясова, Ю. С. Сапунова, Е. А. Головачева

Нефедова, В. Ю.

Использование ресурсов Технопарка и Кванториума для решения проблем трансфера цифровых образовательных технологий в программы подготовки педагогических кадров : монография / В. Ю. Нефедова [и др.]. – Оренбург : Изд-во: отпечатано в типографии ИП Твердохлеб О.Ю. (Фирма «Копицентр»), г. Оренбург, ул. Комсомольская, 7. 2023. – 59 с. ISBN 978-5-9907718-2-6

Монография включает в себя результаты исследовательской работы по проекту «Использование ресурсов Технопарка и Кванториума для решения проблем трансфера цифровых образовательных технологий в программы подготовки педагогических кадров», реализуемого при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания (дополнительное соглашение № 073-03-2023-017/4 от 04 августа 2023 года).

Издание адресовано студентам, магистрантам, аспирантам, учителям, педагогам дополнительного образования и преподавателям, ведущим исследования в данной области.

ISBN 978-5-9907718-2-6

УДК 37.013

ББК 74.489

© Оренбургский государственный педагогический университет, 2023

© Нефедова В. Ю., Игнатушина И. В., Кривоплясова Е. В., Сапунова Ю. С., Головачева Е. А., 2023

Введение

Приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» в явном виде нацеливает университеты на расширение использования качественных учебных онлайн-курсов в образовательном процессе и использование цифровых технологий в обучении. Современному выпускнику педагогического университета необходимо обладать компетенциями, связанными с владением технологиями по организации и проведению как синхронного, так и асинхронного обучения, в том числе с использованием электронного обучения и дистанционных форм взаимодействия, современными психолого-педагогическими технологиями, основанными на знании законов развития личности и поведения в реальной и виртуальной среде. Кроме того, он должен эффективно использовать цифровые инструменты, которые помогают повысить научность, доступность и наглядность материалов, используемых в педагогической деятельности, оптимизировать мониторинг и оценку качества результатов образовательного процесса. Будущий учитель должен овладеть навыками проведения групповых вебинаров и индивидуальных онлайн-занятий с использованием инструментов цифровой образовательной среды, работы с интернет-ресурсами и базами данных, нахождения нужной информации, анализа и интерпретации информации из различных источников, осуществления подготовки, проведения видеосъемки, монтажа для онлайн-уроков с использованием современных мультимедийных средств обучения, а также иммерсивных технологий.

В настоящее время по всей стране в системе дополнительного образования школьников успешно функционируют центры «Точка роста» и Кванториумы. В связи с этим существует необходимость пересмотра обучения учителей будущего поколения. С этой целью педагогические университеты оснащаются современным оборудованием на базе Технопарка и Кванториума, что приводит к возникновению противоречия между традиционными формами обучения и необходимостью использования в педагогической практике методик работы с цифровыми инструментами и современным высокотехнологическим оборудованием. При этом теоретико-методическая поддержка обучения студентов педагогических специальностей по указанным компетенциям недостаточно разработана, наблюдается отсутствие навыков работы с ресурсами Технопарка и Кванториума у действующих учителей. Все это порождает проблему трансфера образовательных технологий в программы подготовки педагогических кадров, которую авторы предлагают решить в тексте монографии.

Аддитивные технологии в образовании

Е. В. Кривоплясова*

**кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Академии информатизации образования, доцент кафедры информатики, физики и методики преподавания информатики и физики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

Задачи, возникающие сегодня в образовании, науке и технике, требуют с одной стороны необходимости разработки новых междисциплинарных курсов (программ), а с другой – обеспечения учебного процесса все более сложными трехмерными объектами для выполнения различных технических заданий в рамках уже существующих курсов. Помочь в этом могут новые технологии, которые называются аддитивными.

Аддитивные технологии – это метод создания физических объектов из цифровых моделей путем добавления или изменения материалов слой за слоем [18].

Это противоположно *субтрактивной* технологии, при которой объект создается путем вырезания из цельного куска материала фрагментов до тех пор, пока не будет готов конечный продукт.

В настоящее время применение аддитивных технологий получило широкое распространение во многих сферах жизни людей и производства, например в медицине, строительстве, промышленности и ряде других. Необходимость внедрения аддитивных технологий в систему образования на различных ее уровнях обуславливается ростом уровня занятых в этой сфере.

Система автоматизированного проектирования (САПР) — это автоматизированная система, которая реализует информационную технологию выполнения функций проектирования и представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Область использования САПР динамично растет и, если до настоящего времени основными сферами внедрения являлись различные отрасли машиностроения и промышленные системы, то теперь они находят применение в медицинских и биологических задачах.

Аддитивные технологии производства позволяют изготавливать любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели. Такой процесс создания объекта также называют «выращиванием» из-за постепенности его изготовления.

В зависимости от технологии, объект может строиться снизу-вверх или наоборот, получать различные свойства.

Этапы аддитивной технологии [50]:

1. Подготовка САD-модели.
2. Создание STL-файла.
3. Разделение на слои.
4. 3D-печать.
5. Финишная обработка.
6. Готовое изделие.

Первые аддитивные системы производства работали главным образом с полимерными материалами. Сегодня 3D-принтеры, реализующие аддитивное производство, способны работать не только с ними, но и с инженерными пластиками, композитными порошками, различными типами металлов, керамикой, песком.

Аддитивные технологии классифицируют:

- по используемым материалам;
- по наличию лазера;
- по способу фиксирования слоя;
- по способу образования слоя.

На сегодняшний день существует два способа формирования слоя.

1. сначала насыпают на платформу порошковый материал, распределяют его роликом или ножом для создания ровного слоя заданной толщины;
2. непосредственное осаждение материала в точку подведения энергии.

В Российской Федерации в 2021 г. разработана и утверждена Стратегия развития аддитивных технологий на период до 2030 г. В ней обозначена цель развития отрасли аддитивных технологий – «обеспечение роста объема российского рынка аддитивных технологий (аддитивного оборудования и комплектующих, материалов для аддитивной печати, услуг и программного обеспечения). Основными направлениями развития отрасли аддитивных технологий должны стать создание конкурентоспособного аддитивного оборудования и материалов на базе российских технических решений и программного обеспечения, обеспечивающего реализацию национальных проектов, а также доминирование на внутреннем рынке аддитивных технологий с существенным увеличением экспорта аддитивного оборудования и комплектующих» [80].

Обучение аддитивным технологиям в настоящее время осуществляется в системах общего, среднего профессионального, высшего образования и дополнительного образования детей. Это сеть детских Кванториумов, Точки

роста в общеобразовательных школах, Технопарки при ведущих ВУЗах страны и центрах дополнительного образования детей.

В образовательном процессе профессиональных образовательных организаций и образовательных организаций высшего образования существуют одноименные программы подготовки, имеющие сугубо инженерно-техническую направленность.

Основная роль в обучении детей аддитивным технологиям принадлежит общеобразовательным организациям, не каждая из которых оснащена соответствующими техническими средствами и программным обеспечением. На данный момент в общеобразовательных организациях освоение аддитивных технологий осуществляется, как правило, не в рамках определенных учебных предметов, а в рамках проектной деятельности (урочной и/или внеурочной). При этом обучение школьников аддитивным технологиям в рамках урочной и внеурочной деятельности в общеобразовательных организациях является ситуативным, стихийным, отсутствуют методические подходы к организации и реализации учебных занятий, методические рекомендации по применению соответствующего учебного оборудования и программного обеспечения.

В Стратегии развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 г. аддитивные технологии определяются «как отрасль экономики, включающая в себя разработку и производство аддитивного оборудования, комплектующих, 3 материалов для аддитивного производства и специализированного программного обеспечения, а также услуги и инжиниринг в сфере аддитивных технологий» [80].

Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. дают следующее определение: «аддитивные технологии (от англ. additive fabrication) – обобщенное название технологий, предполагающих изготовление изделия по данным цифровой модели (или САД-модели) методом добавления материала» [51].

Зорин В.А., Полухин Е.В. отмечают, что «аддитивные технологии – методы изготовления изделий, основанные на процессе объединения материала, с целью создания объекта из данных 3D-модели» [52].

Дресвянников В.А., Страхов Е.П. предлагают следующее определение: «аддитивные технологии – это межотраслевые технологии получения трехмерных материальных объектов из цифровой модели путем послойного нанесения материала» [50].

Таким образом, под аддитивными технологиями будем понимать совокупность принципов, методов и средств создания трехмерного объекта путем его послойного построения в рабочей области установки для аддитивного производства. И в контексте этого определения под установкой

для аддитивного производства понимается «часть системы аддитивного производства, необходимая для выполнения цикла построения деталей, включающая аппаратную часть, программное обеспечение для настройки и контроля установки, а также периферийные приспособления, используемые для обслуживания установки, иными словами – 3D-принтер» [57].

3D-принтер – это периферийное устройство вычислительной системы, которое использует метод послойного создания объекта по его цифровой 3D-модели. Технология 3D-печати появилась в 1984 году впоследствии разработки первого устройства для 3D-печати.

3D-печать может осуществляться разными способами:

- SLS (селективное также лазерное сплетение);
- FDM (моделирование методом наплавления);
- SLA (стереолитография) [60].

Стереолитография наиболее распространена среди технологий 3D-печати из-за низкой себестоимости готового изделия.

Следуя из этапов аддитивной технологии можно выделить этапы создания объекта на 3D-принтере:

1. Создание цифровой модели объекта. CAD-3D Computer Aided Design – система автоматизированного моделирования. Модель можно построить и с помощью трехмерного сканирования детали.

2. Экспорт модели в специальный формат для 3D-печати (STL-формат). Данный формат описывает контур модели в виде треугольников (триангуляция).

3. Генерация G-кода. Это описание действий принтера по печати каждого цифрового слоя модели.

4. Настройка 3D-принтера для печати (калибровка, загрузка и настройка параметров модели и материала).

5. Печать 3D-объекта.

6. Финишная обработка готового изделия (полировка, шлифовка) [60].

Для создания цифровой модели будущего изделия можно использовать собственно разработанные модели по чертежам в САПР, либо модель, построенную с помощью 3D-сканера.

В лаборатории технопарка представлен 3D-сканер RangeVision Neopoint — лучший 3D-сканер для базовых задач (см. рис. 1.1). Он позволяет делать качественные 3D-сканы небольших объектов, с высокой скоростью сканировать объекты с руки или со штатива, используя маркеры или без них, с точностью до 50 микрон (0,05 мм).



Рис.1.1 3D-сканер RangeVision Neopoint

RangeVision Neopoint можно использовать для обучения 3D-сканированию, оцифровки объектов с умеренной детализацией. С помощью программного обеспечения RV 3D Studio можно наблюдать и корректировать процесс 3D-сканирования, а также экспортировать результаты в виде файлов в форматах STL, OBJ или PLY.

А результат сканирования можно сразу отправить на построение G-кода (послойной печати 3D-принтера). Для этого можно использовать в технопарке аппарат трехмерной печати Raise 3D (см. рис. 1.2). Он имеет широкий спектр применения в научной деятельности [89].



Рис.1.2. 3D-принтер Raise 3D E2

Для удобства работы с цифровыми моделями различных форматов с принтером предложено программное обеспечение ideaMaker (см. рис. 1.3) [89].

Основные функции ПО ideaMaker:

- Хороший слайсер (разбивка на слои печати).
- Возможность использования профилей печати.
- Поддержка импорта и экспорта печати.
- Возможность компоновки нескольких изделий.
- Просмотр поперечного сечения в режиме предпросмотра.
- Возможность разделения больших моделей на части.
- Совместимость с большинством FDM 3D-принтеров.
- Поддерживаемые форматы файлов OBJ/STL.

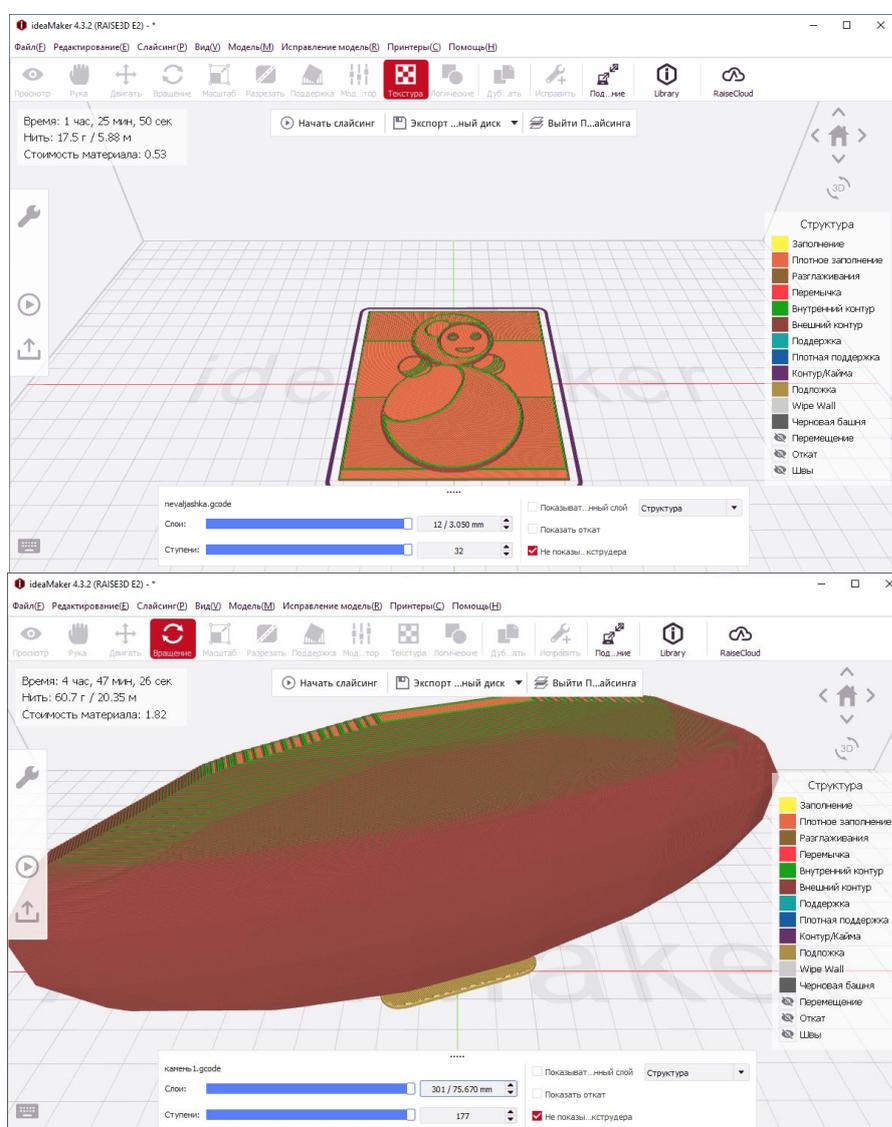


Рис. 1.3. Подготовка цифровой модели к печати в ideaMaker

Ему не уступает аппарат российского производства Picasso Designer X PRO (см. рис. 1.4). Он имеет не менее широкие возможности. Для лабораторий университета с его помощью можно печатать детали для

робототехники, модели органов человека для биологической лаборатории и многое другое.



Рис. 1.4. 3D-принтер Picasso Designer X PRO

Производитель данного принтера предлагает ПО для удобства работы с цифровыми моделями. Polygon X — это бесплатное программное обеспечение для подготовки задания на 3D-печать, работы с профилями материалов и дистанционного управления 3D-принтерами (см. рис. 1.5).

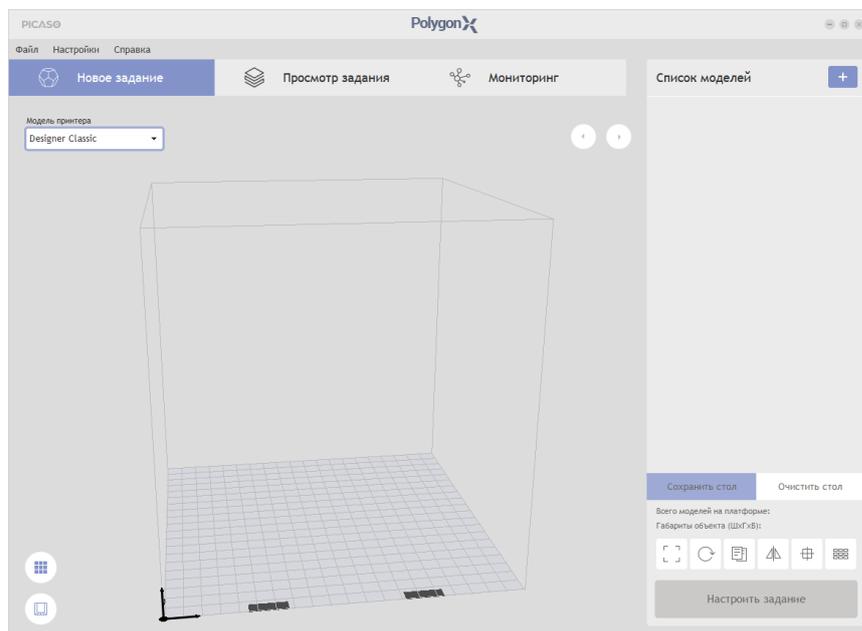


Рис. 1.5. Рабочее окно ПО Polygon X

Таким образом, приведенные факты свидетельствуют о целесообразности использования аддитивных технологий в системах общего, среднего, высшего и дополнительного образования, при этом для создания объекта на 3D-принтере весьма эффективно использовать модели, самостоятельно разработанные обучающимися по чертежам в системе автоматизированного проектирования (САПР), либо модели, построенные с помощью 3D-сканера.

Иммерсивные технологии в образовании

В. Ю. Нефедова*

**кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Академии информатизации образования, заведующий кафедрой информатики, физики и методики преподавания информатики и физики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

В настоящее время в образовательный процесс всё чаще внедряются технологии виртуальной реальности (VR). Возможности их использования становятся шире во многом благодаря существованию таких центров как Технопарк универсальных педагогических компетенций, которые открываются в педагогических вузах в рамках программы комплексной модернизации материально-технической базы «Учитель будущего поколения России». Однако функционирование Технопарка предполагает не только применение технологии виртуальной реальности (VR-технологий) в процесс обучения студентов, но и разработку методики подготовки владеющих ими учителей нового поколения.

Важно также учитывать, что VR-технологии предоставляют широкие возможности всем гражданам, включая людей с ограниченными возможностями, беспрепятственно посетить любые культурные, исторические, географические и научно-технические площадки, которые в реальной жизни для них оказываются недоступны.

Основным фактором, способствующим использованию технологий виртуальной реальности в обучении, является принцип наглядности. Как известно, информация, поступающая в мозг от органов чувств, запечатлевается в памяти легко, быстро и прочно. В основе обучения с использованием виртуальной реальности лежат технологии погружения – виртуального расширения реальности, позволяющего лучше воспринимать и понимать окружающую действительность [2]. То есть они буквально погружают человека в заданную событийную среду.

Уровень погружения в виртуальную реальность составляет 100% и пользователи полностью отделены от физического мира, осознают свое окружение и могут воспринимать, осязать и взаимодействовать с реальным миром с помощью всей цифровой информации, предоставляемой приложением.

В университете Стэнфорда провели исследование, описанное в работе «Trends in Educational Technology for 2020», которое показало эффективность использования VR-технологии для запоминания материала. Эксперимент показал, что в школах с классической формой обучения ученики с этой задачей справляются хуже [17, 65].

Современные VR-приложения в образовании подразделяются на два вида: 1) неиммерсивные (без погружения), где виртуальный мир представлен на экране компьютера; 2) иммерсивные, которые полностью погружают пользователей в виртуальный мир, например, с помощью очков 3D-реальности [90].

Эффективными в использовании VR-технологий можно считать методики обучения, позволяющие ставить учеников перед реальной ситуацией, которую они должны решить, используя приобретенные теоретические знания [66].

Ряд авторов, исследовавших данную проблему, отмечают преимущества использования технологии виртуальной реальности в образовании [2, 45, 58].

1. *Видимость*, поскольку виртуальная реальность позволяет детально изучать объекты.
2. *Высокая вовлеченность обучающихся в образовательный процесс*, благодаря наглядности.
3. *Безопасность* – в приложениях виртуальной реальности можно практиковать невозможные и небезопасные эксперименты, лабораторные опыты.
4. *Вовлечение*. Визуализация механики действий дает неоспоримые преимущества, поскольку делает возможными «путешествия во времени» или вглубь Вселенной [58].
5. *Непринужденность* в обучении приводит к повышению внутренней мотивации обучающихся и стимулирует их желание осваивать новое [45].

Таким образом, преимущества использования технологий виртуальной реальности в преподавании точных дисциплин очевидны, однако заслуживает внимания и проблема эффективности и целесообразности использования виртуальной реальности в преподавании дисциплин гуманитарного блока [56]. В виртуальной образовательной системе роль педагога меняется и из передатчика знаний он транспонируется в наставника. Образование уходит от фрагментации научных дисциплин, программ и модулей и сосредотачивается на интеграции дисциплин, обучая студентов пониманию общих законов и основ функционирования сложных систем в мире. Следует отметить, что виртуальная реальность не может заменить человеческое взаимодействие, поскольку обучение – это социальный опыт [13].

Кучер М. О. и Миненкова В. В. аргументировано отмечают, что способствуя внедрению VR-технологий в обучение преподаватель не получает образовательный контент, укладывающийся в традиционную

методику преподавания его дисциплины и может использовать фрагментарно в рамках части занятий доступные разработки [59].

Относительно исследования применения виртуальных симуляций в научных трудах выделена проблема недостаточной реалистичности промышленных интерфейсов, что естественно не сможет обеспечить такого полноценного опыта и знаний, как реальные эксперименты. В ходе применения виртуальных симуляций студенты-химики фактически не взаимодействуют с настоящими химическими веществами или оборудованием и виртуальный опыт не дает реальных стимулов для соблюдения правил безопасности [90].

Достаточно и положительных отзывов педагогов-экспериментаторов, например, исследователи О. О. Путило и Л. Н. Савина передают удачный опыт применения VR-технологий для реализации заочных экскурсий, организации литературных квестов и т.п. [79]. М. О. Кучер излагает варианты использования VR-технологий для подготовки студентов географов с позиции использования готового и разработки своего контента [59]. Г. Ф. Хасанова из положительных аспектов применения технологий виртуальной реальности по химии выделяет возможность наблюдения за процессами с разных точек зрения, визуализации невидимых процессов и возможность изменения временных параметров [90].

Таким образом, приходим к выводу, что технология виртуальной реальности является эффективной инновацией, внедряемой в систему образования.

Далее рассмотрим приложения, которые успешно функционируют и рекомендованы для применения в образовательной практике исходя из опыта Оренбургского государственного педагогического университета.

Первое приложение, которое предлагаем для освоения возможностей виртуальной реальности The Lab [16] (см. рис. 2.1). Его можно использовать для обучения работе в виртуальной реальности тем студентам, у кого не было такого опыта. Приложение предлагает несколько вариантов работы, которые могут фрагментарно использоваться на разных дисциплинах: открытки – посещение экзотических отдаленных мест планеты (география); проекция человека – изучение модели, созданной с помощью рентгеновских снимков (анатомия и физиология); мастерская – программа для починки робота (технология); стрельба из лука – использование стрельбы из лука по мишеням (физическая культура); солнечная система – модель солнечной системы с сохранением параметров объектов (астрономия).

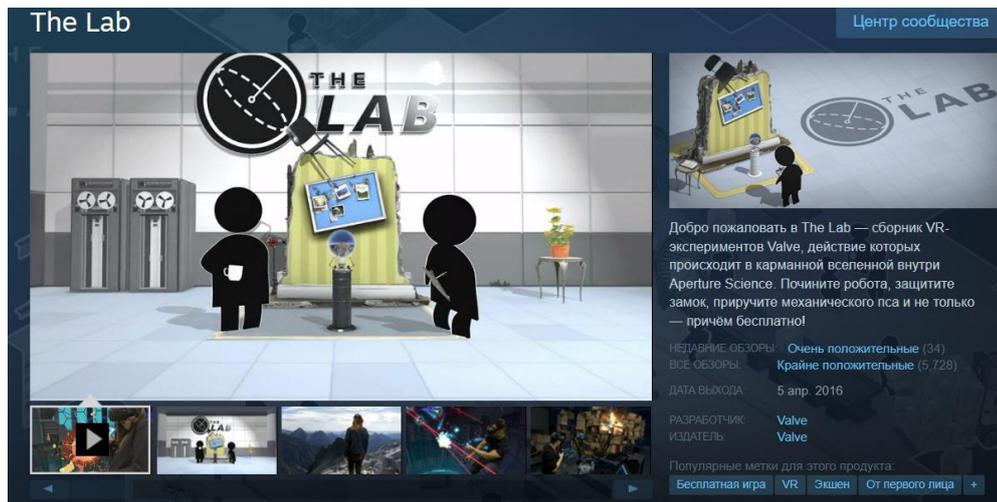


Рис.2.1. Заставка приложения The Lab

Приложение Cosmic Sugar [3] — это программа, реализующая вариант визуализации взаимодействия двух элементарных частиц. Его целесообразно использовать для визуализации взаимодействий на занятиях по ядерной физике. В бесплатной версии предлагается модель, содержащая до 1 млн. частиц. Пользователь выбирает вариант взаимодействия с частицами: отталкивать или притягивать. Для моделирования Большого взрыва можно собрать все частицы в сингулярность и, отпустив курок манипулятора, получим визуализацию процесса Большого взрыва (см. рис. 2.2).



Рис.2. Заставка приложения Cosmic Sugar

Приложение PING PONG LEAGUE [11] — это игра в настольный теннис в виртуальной реальности, позволяющая почувствовать себя спортсменом на настоящем матче, подбрасывая и подавая мяч, и отбивая его в другом

направлении, регулируя угол наклона ракетки (см. рис. 2.3). Его можно применять для дисциплины Элективные курсы по физической культуре.

Приложение дает возможность игры против компьютера, другого игрока в шлеме VR или командный вариант – двое против двоих. Практический опыт показывает заинтересованность студентов применением двигательной активности в VR-пространстве; всеми были отмечены азарт и усталость после такого занятия. Обязательным условием является необходимость большого пространства для проведения такого занятия. Особенный интерес был отмечен у студентов института физической культуры и спорта, которые взяли на заметку методический подход перехода от VR-погружения в мир настольного тенниса к обучению игре в реальных условиях.

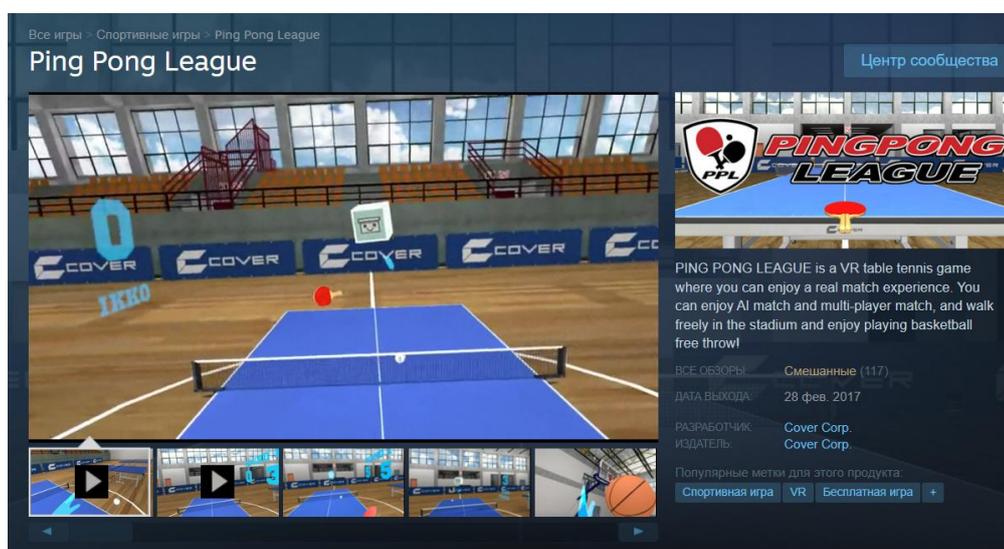


Рис.2.3. Заставка приложения PING PONG LEAGUE

В приложении Home A VR Spacewalk [6] осуществляется выход в открытый космос в виртуальной реальности, программа создана по подобию учебной программы Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), в ней отражен опыт ее астронавтов (см. рис. 2.4). Приложение эффективно применяется на занятиях по астрономии. Идеей приложения является необходимость ремонта солнечной панели с выходом в открытый космос; нужно следовать за астронавтом и выполнять его инструкции. Поскольку инструктаж проводится на английском языке, большинство студентов отметили недостаточные знания технического языка в своем лексиконе. Неоднозначно гендерное восприятие в ходе погружения студентов. Парням был интуитивно понятен алгоритм действий по выполнению ремонтных работ, а внимание девушек акцентировано на реалистичную визуализацию космического пространства.

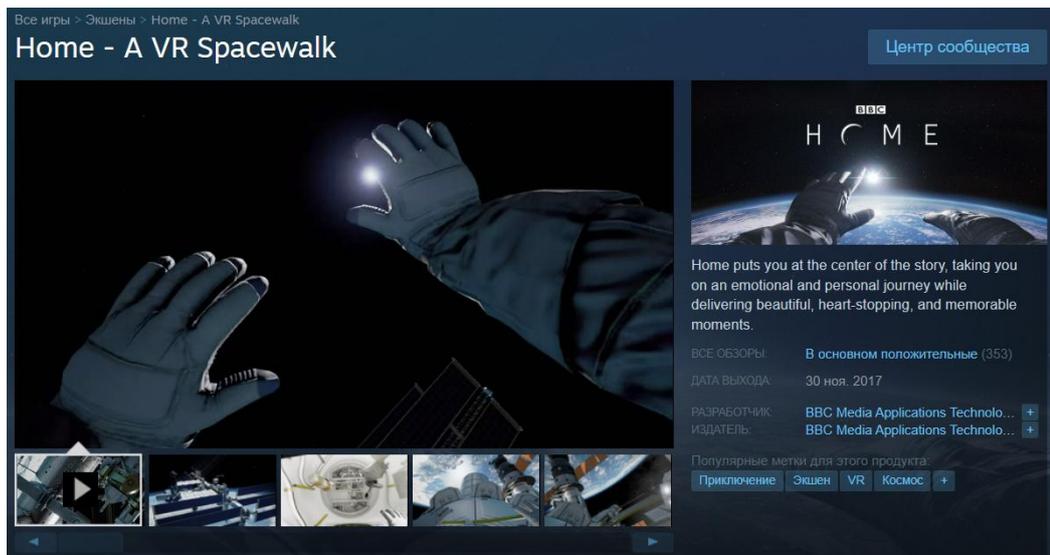


Рис.2.4. Заставка приложения Home A VR Spacewalk

Приложение Perspectives Paradise [10] предлагает почувствовать факторы воздействия ядерного взрыва, находясь в 10 километрах от эпицентра (см. рис. 2.5). В программе подробно представлена реализация структуры и последствий термоядерного взрыва. Есть возможность прогулки по хранилищу радиоактивных отходов и встрече с людьми, которые живут в бывшем полигоне ядерных испытаний. Это приложение можно применять при изучении дисциплины Безопасность жизнедеятельности. На занятии студенты отмечают реалистичность созданного изображения, живой интерес всегда возникает к хронометражу событий, происходящих во время и после взрыва. Особенно их волнует факт, что в приложении смоделирована ситуация, которая реально происходила и диктор рассказывает о нанесенном ущербе.



Рис.2.5. Заставка приложения Perspectives Paradise

The Body VR: Journey Inside a Cell — экскурсия внутрь человеческого тела, пользователь отправляется в путешествие по кровотоку, где можно увидеть, как клетки крови распределяют кислород по всему телу (см. рис. 2.6). Есть возможность войти в одну из миллиардов живых клеток нашего тела и узнать, как органеллы работают вместе, чтобы бороться со смертельными вирусами [15]. Практический опыт показал эффективность использования приложения на занятиях по анатомии и физиологии, поскольку студенты погружаются внутрь кровотока и могут воочию отметить различия между эритроцитами, тромбоцитами, лейкоцитами. Благодаря яркой визуализации происходит понимание работы кровеносных сосудов. Из-за динамичной визуализации следует входить в приложение из положения сидя в удобном кресле.



Рис.2.6. Заставка приложения The Body VR: Journey Inside a Cell

Open Brush [9] — это приложение, которое позволяет рисовать в 3D-пространстве с помощью виртуальной реальности (см. рис. 2.7). С его помощью можно раскрыть свой творческий потенциал, применяя трехмерные мазки кисти, выбирая их из широкой палитры, которая включает звезды, свет и даже огонь. Неожиданным фактом для авторского коллектива было предложение преподавателей-психологов по использованию приложения на психологических тренингах. Специалисты утверждали, что рисование — один из центральных методов психологии для изучения эмоционального состояния ребенка, оно наглядно помогает показать эмоциональное состояние испытуемого, через воспроизведение образов, цвета, движения нарисованного в пространстве трехмерного рисунка. Опыт использования приложения на студентах показал вовлечение в процесс творчества даже тех, кто в обычных условиях не проявлял интереса к рисованию, либо вообще негативно отзывался о нем.

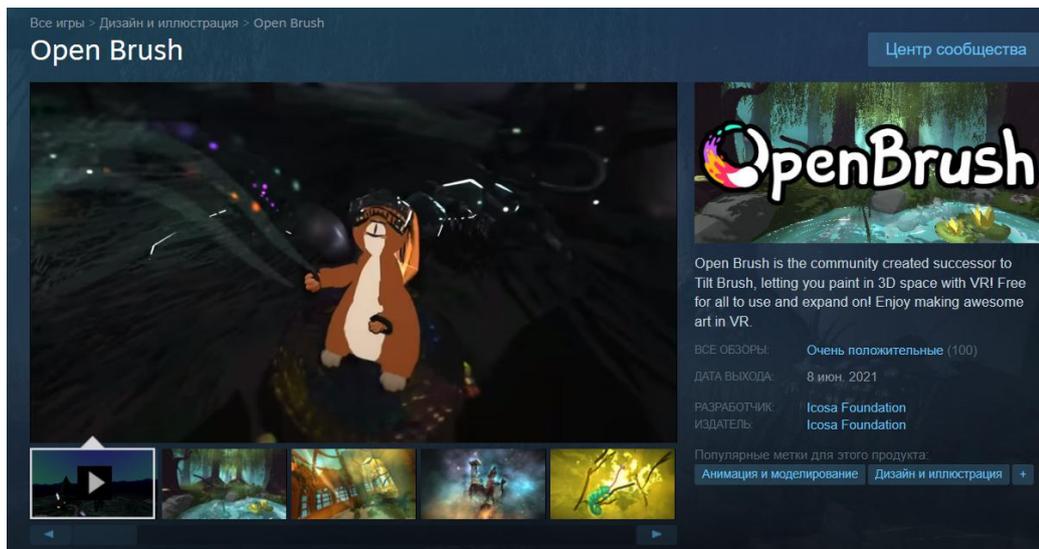


Рис.2.7. Заставка приложения Open Brush

Может быть использована на занятиях по географии экскурсия по восточному побережью Америки с невероятно красивыми каньонами, пляжами, горами, ущельями и реками (см. рис. 2.8). Есть возможность послушать рассказ гида [5].



Рис.2.8. Заставка приложения Get Lost In Nature With Luke

В рамках дисциплины изобразительное искусство предлагаем посетить Музей других реальностей (MOR) — это захватывающая многопользовательская художественная выставка в виртуальной реальности, в которой можно наслаждаться искусством (см. рис. 2.9). Музей содержит растущую коллекцию интерактивного искусства и экспериментов, поддерживая художников, которые бросают вызов и переопределяют то, что возможно воплотить с искусством виртуальной реальности [7].

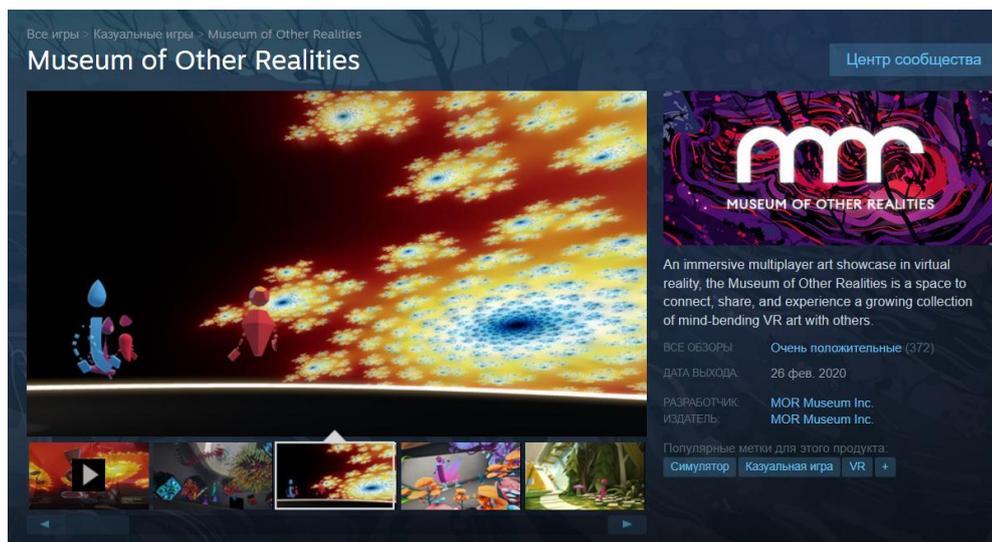


Рис.2.9. Заставка приложения Museum of Other Realities

С этой же целью следует посетить и виртуальную экскурсию в музее Дали (Санкт-Петербург, Флорида), в которой можно погрузиться в мир сюрреализма (см. рис. 2.10). Приложение отмечено множеством отраслевых наград, включая престижную награду Cannes Cyber Lion GOLD; награда Webby People's Voice; и серебряная награда Facebook за инновации [4]. Опыт посещения виртуальных музеев положительно сказывается на психоэмоциональном состоянии студентов. Кроме того, они отмечают возросший интерес к мировому художественному искусству, а также к персонам Сальвадора Дали, Говорда Лавкрафта и других художников.

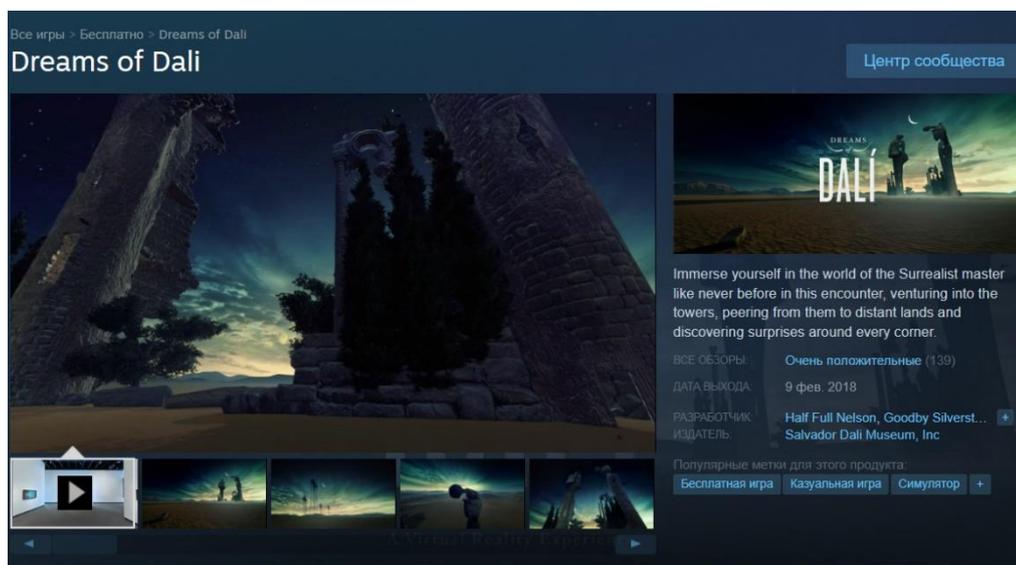


Рис.2.10. Заставка приложения Dreams of Dali

Экскурсия по гробнице Нефертари – одно из самых подробных в современном мире иллюстраций путешествия древних египтян к загробной жизни благодаря цифровому сканированию гробницы с точностью до

миллиметра [8]. Применимо при изучении дисциплин исторического цикла (см. рис. 2.11).

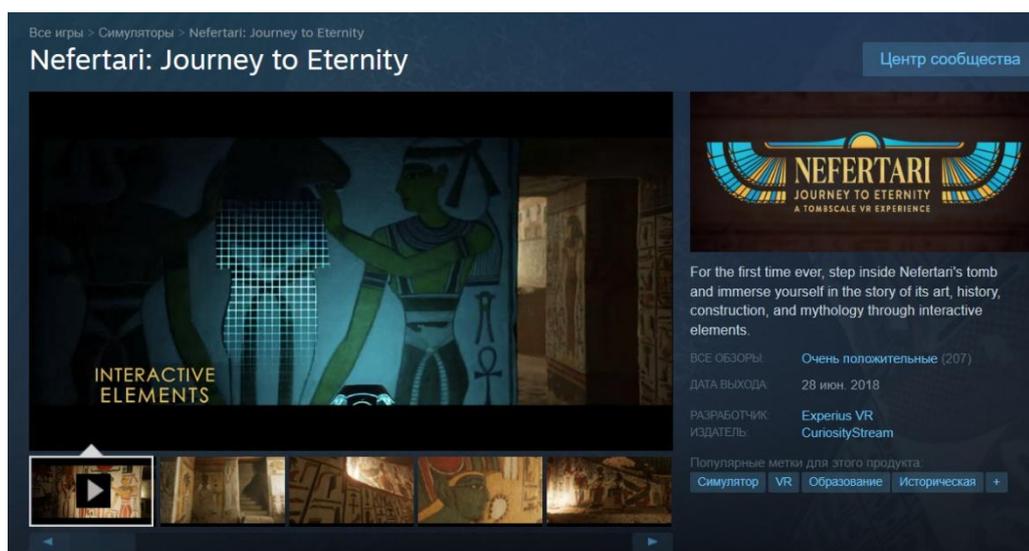


Рис.2.11. Заставка приложения Nefertari journey to Eternity

Отметим основные методические аспекты проведения занятий с применением технологии виртуальной реальности:

- каждый раз занятие в VR-лаборатории следует начинать с повторения правил техники безопасности; можно предложить студентам самим рассказать, что допустимо и что нельзя делать в лаборатории
- в рамках методических дисциплин важно не только акцентировать внимание на самом приложении, но и обсуждении того, каким образом его можно применить в образовательном процессе;
- на практических занятиях студенты, не погруженные на данный момент в VR, могут вести конспект или готовить ответы на предложенные в начале занятия вопросы;
- если в приложении предполагается динамичное изменение VR-пространства, то безопаснее будет, если студент сядет на устойчивый стул.

Таким образом, опыт внедрения VR-контента в образовательный процесс Оренбургского государственного педагогического университета позволяет сделать акцент на актуальности и своевременности применения технологий виртуальной реальности в современных условиях подготовки молодых учителей практически по всем дисциплинам общеобразовательной школы. Нами представлен анализ эффективности использования иммерсивных VR-технологий, выделены достоинства и обозначены недостатки на этапах подготовки и проведения занятий теоретического и практического уровня.

Образовательные модули ООО «Научные развлечения»

И. В. Игнатушина*

**кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, доцент, декан физико-математического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

Математика – дедуктивная наука. Она опирается на основные (неопределяемые) понятия и систему аксиом (т.е. утверждения, которые в рамках данной теории считаются истинными без доказательства). Все остальные утверждения (теоремы) выводятся на основе правил логики из этих аксиом или уже доказанных теорем.

В связи с этим для изучения математики требуется хорошая подготовка логического аппарата. Как же этого добиться у учеников? Ведь изучение формальной логики является не простым процессом и требует сформированности соответствующего уровня абстрактности. Выходом может стать работа с комплектами учебных материалов «Курс логики базовый (30 элементов)» [20-23], «Курс логики базовый (60 элементов)» [24-28] и «Курс логики расширенный» [29-32] от ООО «Научные развлечения». Эти материалы поставляются в Кванториумы педагогических университетов в составе «Цифровой STEAM – лаборатории» [67], которая рассчитана на обучение детей 5-11 лет.

Хотя изначально эти учебные комплекты проектировались для работы с дошкольниками и младшими школьниками, но их применение в обучении навыкам логического мышления школьников более старшего возраста не снижает эффективность. Основным методом в них выступает игра, которая обусловлена принципом активности обучения. В настоящее время игровые технологии стали ведущими в образовании, поскольку они способствуют повышению мотивации детей к обучению и развитию. Игра переводит процесс обучения в интерактивную плоскость, позволяя обучающемуся стать полноценным субъектом образовательного процесса. Обучение приобретает взаимный характер: все участники учебной деятельности не только учатся, но и сами учат других за счет постоянного контакта между собой. Такая форма деятельности является наиболее продуктивной.

Образовательный модуль «Курс логики базовый (30 элементов)» [20-23] направлен на:

- развитие и совершенствование мыслительных операций в специально организованной деятельности;
- формирование логического и алгоритмического мышления;
- развитие вариативного мышления, умения аргументировать свои высказывания, делать простейшие умозаключения;
- развитие внимания, памяти, навыков элементарного анализа и синтеза, построение причинно-следственных связей;

- формирование комбинаторных способностей;
- развитие крупной и мелкой моторики.

Комплектация	Назначение
	<p>В каждый из трёх наборов базового курса логики входит 30 элементов — по пять крупных кубиков ($4 \times 4 \times 4$ см) пяти цветов (жёлтый, зелёный, синий, красный и белый) и пять треугольных призм этих же цветов. Их можно соединить между собой различными способами, так как на каждом кубике есть шип и несколько соответствующих ему по размеру отверстий.</p> <p>Каждый набор кубиков сопровождается комплектом, состоящим из четырёх красочно оформленных папок с карточками. В этих папках собрано 165 заданий трёх уровней сложности по темам: «Игры с кубиками», «Равновесие», «Домино и тримино», «Полимино», «3D-головоломки», «Игры с проекциями», «Цветное sudoku». Оригинальность и удобство этих материалов состоят в том, что большинство карточек из набора — это поля для выполнения игровых заданий.</p>



Первый набор карточек для проведения занятий посвящен трем темам: «Игры с кубиками» (10 заданий), «Игры с проекциями» (10 заданий), «Игры с проекциями 2» (17 заданий).

Задания первой темы «Игры с кубиками» ориентированы на знакомство учащихся с комплектом базовых элементов, состоящим из кубиков и треугольных призм пяти цветов с прорезями и шипами, а также выработку навыков соединения этих базовых элементов по определенным правилам. Примеры заданий по этой теме представлены ниже (см. рис. 3.1):

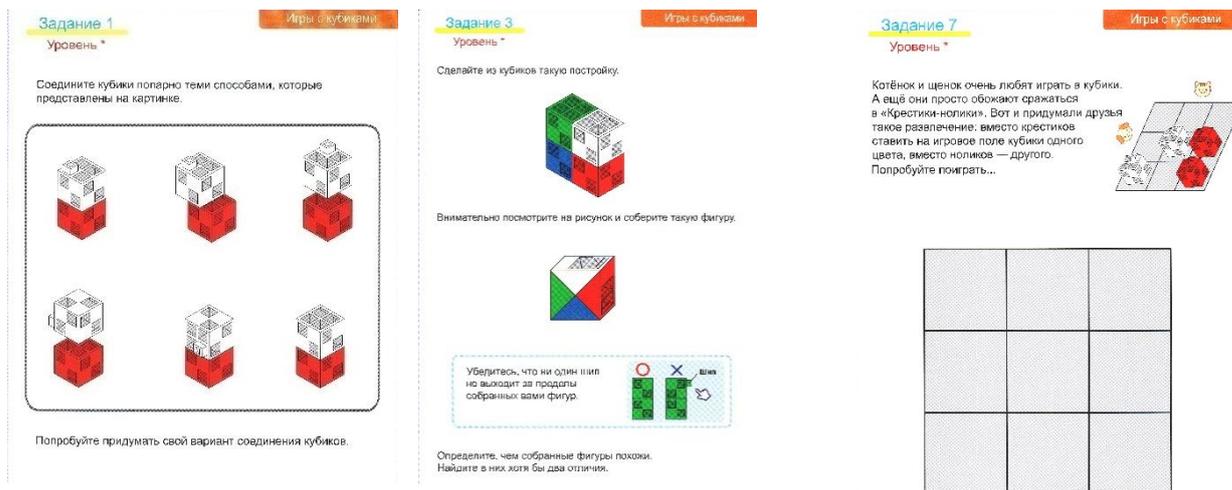


Рис. 3.1. Примеры заданий «Игры с кубиками»

Задания второй и третьей темы «Игры с проекциями» и «Игры с проекциями 2» направлены на формирование у обучающихся пространственного мышления, умения сопоставлять проекции фигуры и ее основной вид, комбинировать базовые элементы (кубики и треугольные призмы пяти цветов с прорезями и шипами), развитие вариативности мышления и построение простейших умозаключений.

На первой странице сопровождающей папки в разделе «Как играть» описаны условия выполнения заданий (см. рис. 3.2)

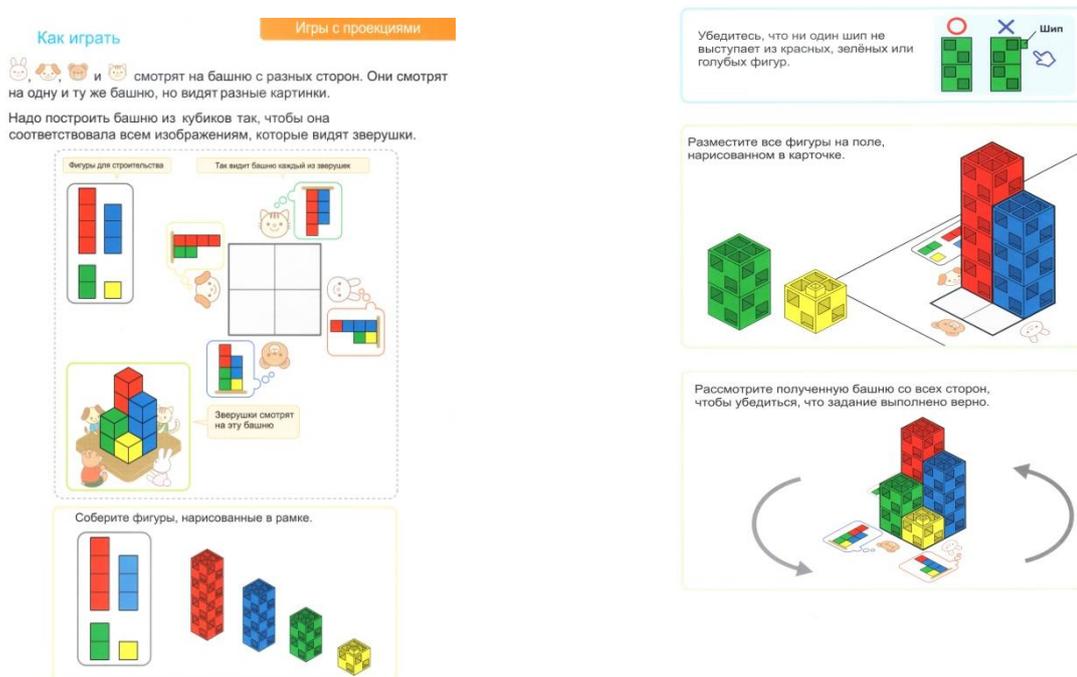


Рис. 3.2. Правила выполнения заданий по теме «Игры с проекциями»

Сами задания выглядят следующим образом. На игровой карточке даны три вида фигуры, которую нужно составить: вид спереди, вид сбоку, вид сверху представлен только контуром. Внизу карточки показаны базовые

элементы, из которых должна быть составлена фигура (см. рис. 3.3). В конце имеются ответы для каждого из заданий.

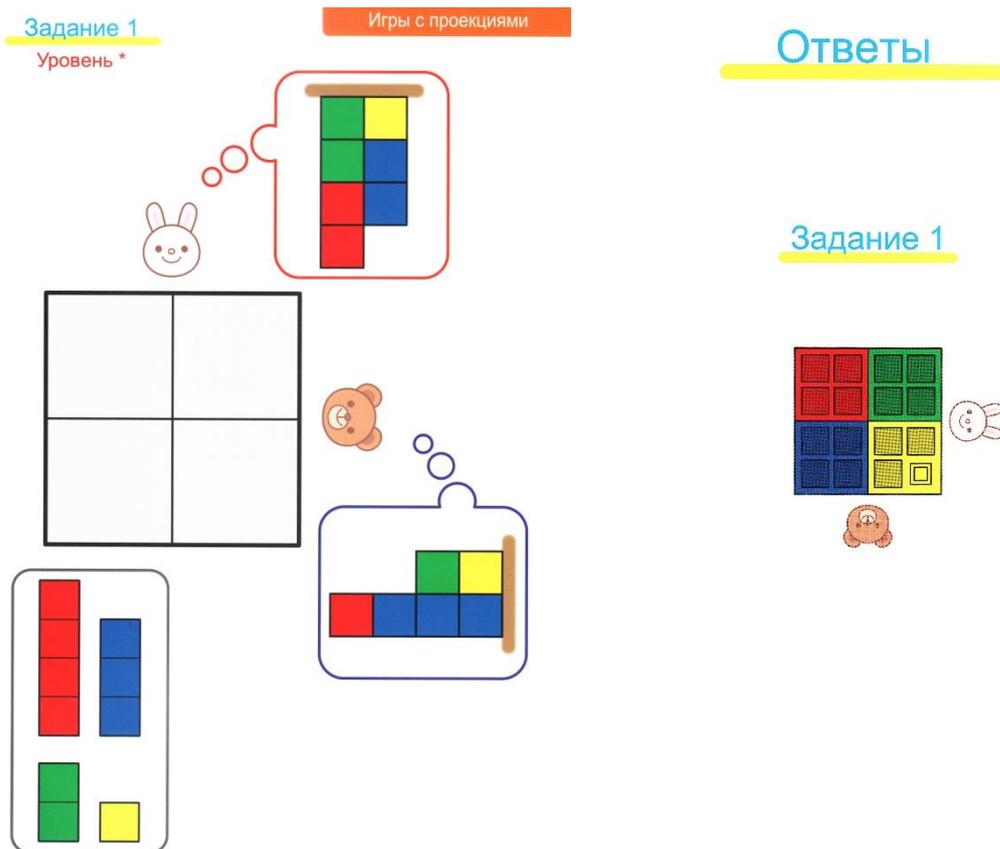


Рис. 3.3 Пример карточки с заданием по теме «Игры с проекциями»

В каждом из заданий по теме «Игры с проекциями 2» наоборот предложено изображение собранной пространственной фигуры и варианты ее проекций (см. рис.4). Обучающийся должен выбрать верный вариант проекции.



Рис.3.4 Пример карточки с заданием по теме «Игры с проекциями 2»



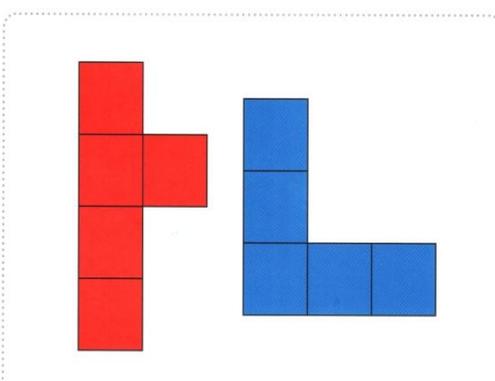
Второй набор содержит карточки по трем темам: «Равновесие» (23 задания), «Полимино» (12 заданий), «Домино и тримино» (11 заданий).

Задания по теме «Равновесие» направлены на формирование у детей навыков построения пространственных фигур из базовых элементов, а также комбинаций этих фигур с условием сохранения равновесия всей композиции. Они способствуют развитию у обучающихся внимания, памяти, навыков элементарного анализа и синтеза, построению причинно-следственных связей.

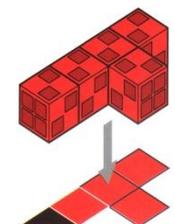
Во всех заданиях сначала нужно собрать фигуры по указанным картинкам, а потом расположить их на соответствующем по цвету поле, чтобы они образовывали устойчивую композицию (см. рис.3.5)

Как играть

Соберите фигуры, показанные на картинке.

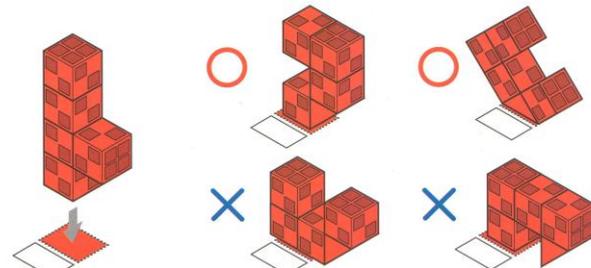


По очереди наложите каждую готовую фигуру сверху на соответствующую картинку, чтобы проверить, точно ли она собрана.

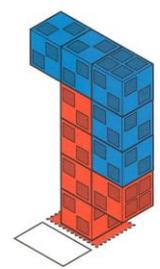


Равновесие

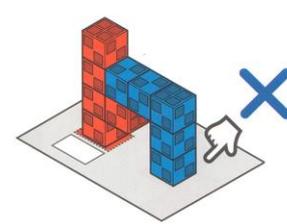
Установите одну из фигур в вертикальном положении на плоской поверхности. Убедитесь, что она достаточно устойчива.



На неё установите другую фигуру и уберите руки. Досчитайте до пяти. Если фигуры всё ещё стоят, вы выиграли.



Поменяйте фигуры местами. Поверхности должны касаться только первая из установленных фигур!



Убедитесь, что ни один шип не выходит за пределы собранных фигур.

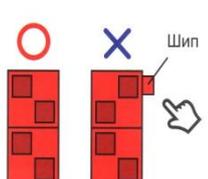


Рис. 3.5. Правила выполнения заданий по теме «Равновесие»

Выполнение заданий темы «Полимино» ориентировано на развитие у учащихся вариативного мышления, внимания, памяти, навыков

элементарного анализа и синтеза, построение причинно-следственных связей, формирование комбинаторных способностей, развитие крупной и мелкой моторики.

Суть заданий этой темы заключается в следующем: сначала учащимся предлагается собрать фигуры по картинкам, а затем из них составить новую фигуру, заполнив предложенное поле (см. рис. 3.6)

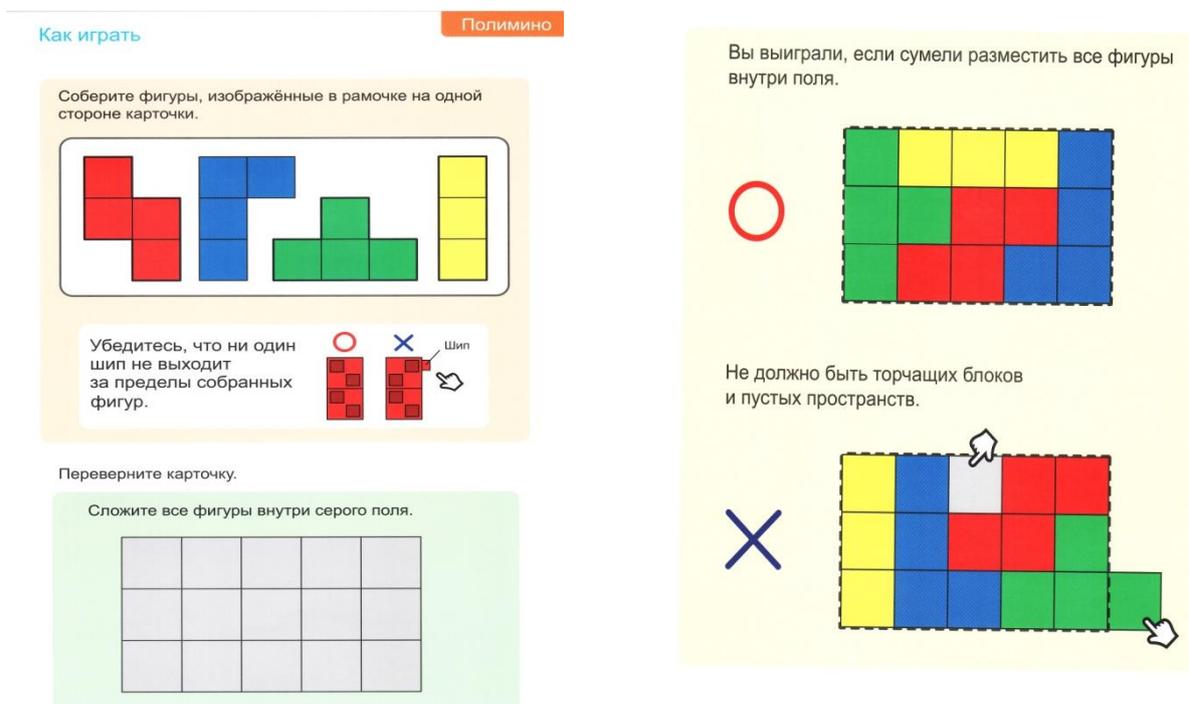


Рис. 3.6. Правила выполнения заданий по теме «Полимино»

Задания темы «Домино и тримино» позволяют развивать и совершенствовать мыслительные операции в специально организованной деятельности, формировать логическое и алгоритмическое мышление, развивать вариативное мышление, умение аргументировать свои высказывания, делать простейшие умозаключения.

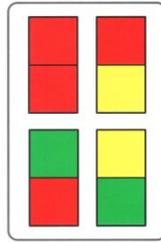
В заданиях этой темы учащимся необходимо построить мост, который позволит мишке добраться до зайки, указанных на специальном поле задания. Для строительства моста сначала необходимо собрать блоки по заранее данной картинке, а затем из этих блоков ребята и должны спроектировать мост. Однако соединять можно только блоки одинакового цвета. При этом нельзя блоки ставить на картинки с изображением героев, сундука, акулы и вихря (см. рис. 3.7). К квадрату с изображением сундука можно подойти только с кубиками того цвета, которым закрасен квадрат.

Как играть

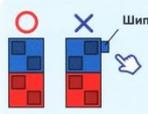
Домино и тримино

Помогите 🐻 добраться до 🐰. Сделать это можно, только построив мост.

Сначала соберите блоки, как изображено на картинке.



Убедитесь, что ни один шип не выходит за пределы собранных фигур.

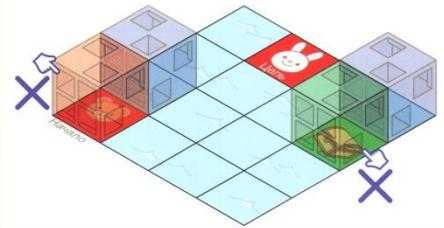


При построении моста соединять между собой нужно только части блоков одинакового цвета.

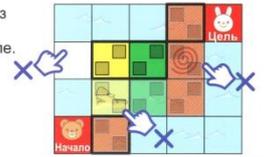
Цветная клеточка должна соединяться с мостом из блоков или с другой клеточкой того же цвета. Мост может пролетать и через клетки с сундуком сокровищ. Через каждую клеточку игрового поля можно пройти только один раз.



Помните, блоки не ставятся на клеточки с 🐻, 🐰 или 📦!



Мост не должен проходить через 🐻, 🎯 и любое белое поле.



Не беспокойтесь, если будут лишние блоки.



Рис. 3.7. Правила выполнения заданий по теме «Домино и тримино»

Третий набор полностью посвящен «3D головоломкам», в которых



сначала необходимо собрать фигуры, изображенные на картинке, а затем из них собрать композицию, представленную на обратной стороне карточки (см. рис. 3.7).

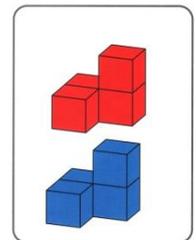
Эти задания направлены на формирование у обучающихся комбинаторных способностей, развитие внимания, памяти, навыков элементарного анализа и синтеза, построение причинно-следственных связей, крупной и мелкой моторики.

Задания представлены в двух уровнях. В «3D головоломках» (16 заданий) элементы, из которых необходимо собрать пространственную фигуру, расположены в одной плоскости, если не учитывать объем кубиков. В заданиях «3D головоломок 2» (15 заданий) все элементы для

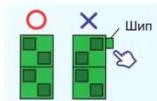
Как играть

3D-Головоломки 2

Из кубиков соберите фигуры, изображенные в рамочке на одной стороне карточки.



Убедитесь, что ни один из шипов не выходит за пределы фигуры.



Переверните карточку. Соберите из готовых разноцветных фигур копию изображенной фигуры.

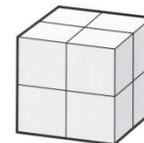
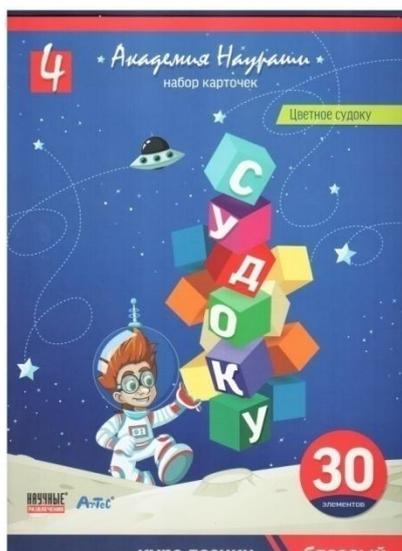


Рис. 3.8. Правила выполнения заданий по теме «3D

сбора пространственной фигуры имеют пространственную конфигурацию и требуют от обучающегося более высокий уровень развития комбинаторных навыков, пространственного мышления и логических связей.



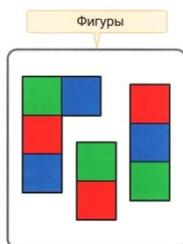
Четвертый набор под названием «Цветное судоку» (42 задания) позволяет обучающимся развивать и совершенствовать мыслительные операции в специально организованной деятельности, сформировать навыки логического и алгоритмического мышления, осваивать приемы вариативного мышления, умения аргументировать свои высказывания, делать простейшие умозаключения.

Во всех заданиях этого набора сначала необходимо собрать из кубиков фигуры, представленные на карточке, а затем их расположить на игровом поле так, чтобы в каждой строке и столбце цвета кубиков не повторялись (см. рис. 3.9). Выход за пределы поля не допускается.

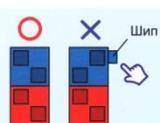
Как играть

Цветное судоку

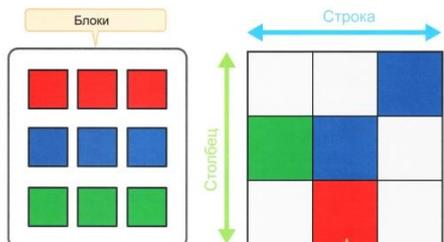
Соберите фигуры, изображенные в рамочке на одной стороне карточки.



Убедитесь, что ни один шип не выходит за пределы собранных фигур!



Переверните карточку. Заполните игровое поле так, чтобы в одной строке или столбце цвета кубиков не повторялись.



Начните с установки блоков на клеточку с тем же цветом.

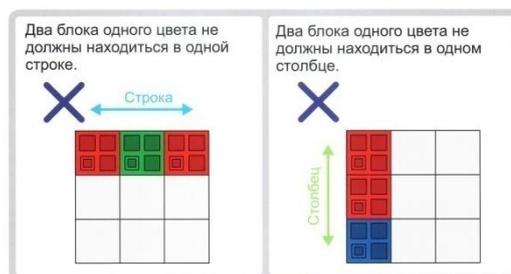


Рис. 3.9. Правила выполнения заданий по теме «Цветное судоку»
Образовательный модуль «Курс логики базовый (60 элементов)» [24-28] направлен на:

- развитие и совершенствование мыслительных операций в специально организованной деятельности;
- формирование логического и алгоритмического мышления, развитие комбинаторных способностей;
- развитие внимания и памяти, навыков элементарного анализа и синтеза, построение причинно-следственных связей;
- формирование и развитие навыков трёхмерного пространственного воображения, развитие ассоциативного мышления;
- развитие интеллектуальных способностей;
- развитие крупной и мелкой моторики.

Комплектация	Назначение
	<p>В состав входит 60 элементов — по 10 крупных кубиков ($4 \times 4 \times 4$ см) пяти цветов (жёлтый, красный, синий, зелёный, белый) и 10 треугольных призм этих же цветов.</p> <p>Их можно соединить между собой различными способами, так как на каждом кубике есть шип и несколько соответствующих ему по размеру отверстий.</p> <p>Комплект снабжён карточками трёх уровней сложности с 219 заданиями по темам: «Игры с кубиками», «Сложи фигуру», «Равновесие», «Домино и тримино», «Полимино», «3D-головоломки», «Игры с проекциями», «Цветное sudoku». Большинство карточек из набора — это поля для выполнения игровых заданий.</p>

По темам этот образовательный модуль является повторением предыдущего модуля, но содержит задания более высокого уровня сложности, для выполнения которых необходимо работать с большим числом базовых элементов. Карточки с заданиями трёх уровней сложности по каждой из тем позволяют осуществить дифференцированный подход к обучающимся на всех этапах работы с комплектом.

Образовательный модуль «Курс логики расширенный» [29-32] направлен на:

- развитие познавательного интереса и активности детей с учётом их возможностей, склонностей, интересов;

- развитие и совершенствование мыслительных операций в специально организованной деятельности;
- формирование логического и алгоритмического мышления, развитие комбинаторных способностей;
- развитие внимания и памяти, навыков элементарного анализа и синтеза;
- формирование и развитие навыков трёхмерного пространственного воображения, развитие ассоциативного мышления;
- развитие мелкой моторики.

Комплектация	Назначение
	<p>В состав набора расширенного курса логики входят кубики размером $2 \times 2 \times 2$ см, треугольные призмы, большие и маленькие шестерёнки, панель-основание, диски и оси.</p> <p>Комплект снабжён четырьмя методическими красочно оформленными пособиями, в которые входят 285 заданий по 10 темам: «Равновесие», «Равновесие с вращением», «Поворотные механизмы», «Домино и тримино», «Полимино», «Цветное sudoku», «Игры с проекциями», «Сложи фигуру», «3D-головоломки», «Головоломки в рамке».</p>

Этот образовательный модуль рассчитан на работу с детьми возраста 6 лет и старше для развития их логики. На первом этапе лучше выполнять задания в совместной партнерской деятельности ребенка и взрослого. Если ребенок еще не умеет читать или делает это с большим трудом, то текст ему может читать взрослый.

По сравнению с образовательным модулем «Курс логики базовый (60 элементов)» здесь содержатся новые темы: «Равновесие с вращением», «Поворотные механизмы», «Головоломки в рамке».

Выполняя задания раздела «Равновесие с вращением» обучающимся нужно сначала собрать различные фигуры из кубиков, представленные в

карточке, а затем сбалансировать их комбинацию, расположив их на вращающихся шестеренках (см. рис. 3.10).

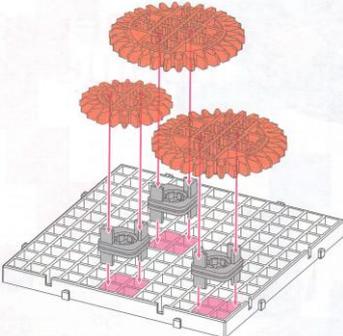
Равновесие с вращением

ВАМ ПОНАДОБИТСЯ:

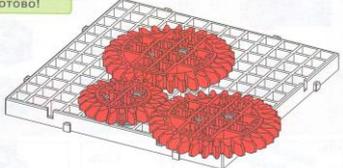
Панель-основание		1 шт.	Куб красный		12 шт.
Шестерня большая		3 шт.	Куб жёлтый		8 шт.
Шестерня малая		3 шт.	Куб зелёный		8 шт.
Разделитель блоков		1 шт.	Куб синий		10 шт.
			Ось		3 шт.

Как играть Равновесие с вращением

Установите на панели-основании три шестерёнки, как показано на рисунке.

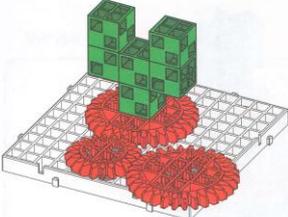


Готово!

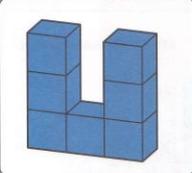


Как играть Равновесие с вращением

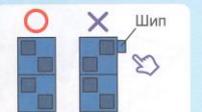
Сделайте сборку из зелёных кубиков и установите её на шестерню, как указано в задании.



Соберите фигуру, изображённую на картинке.



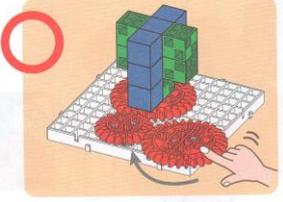
Убедитесь, что ни один шип не выходит за пределы собранной фигуры.



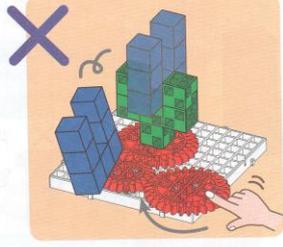
Установите собранную фигуру на зелёную сборку и поверните шестерню.

Как играть Равновесие с вращением

Если фигура из кубиков не упала — вы выиграли!



Если фигура упала, попробуйте установить её по-другому.



Повторяйте попытки до тех пор, пока не найдёте устойчивого положения для собранной фигуры.

Рис. 3.10. Правила выполнения заданий по теме «Равновесие с вращением»

В разделе «Поворотные механизмы» представлены задания двух типов. В одних необходимо определить направление вращения каждой из шестеренок представленного на рисунке механизма, а затем опытным путем проверить свои догадки (см. рис. 3.11).

Поворотные механизмы



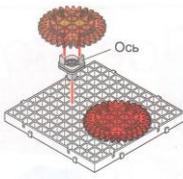
ВАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Панель-основание		1 шт.	Куб зелёный		2
Шестерня большая		3 шт.	Куб синий		2
Шестерня малая		3 шт.	Треугольная призма жёлтая		4
Разделитель блоков		1 шт.	Ось		6
			Диск		4

Поворотные механизмы

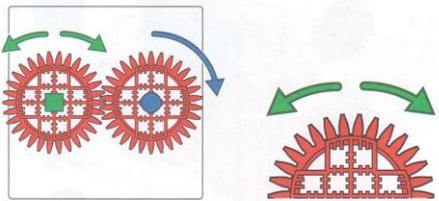
Как играть

Соедините ось с центром шестерни.



Установите поворотные оси в тех местах, где надо расположить шестерни в соответствии с заданием.

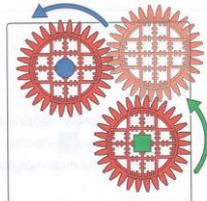
Задание первого типа
 Определите, в какую сторону будет вращаться шестерня, обозначенная ■ если шестерня, обозначенная ●, будет крутиться в направлении, указанном стрелочкой. Чтобы проверить свои предположения, соберите механизм по схеме.



Поворотные механизмы

Как играть

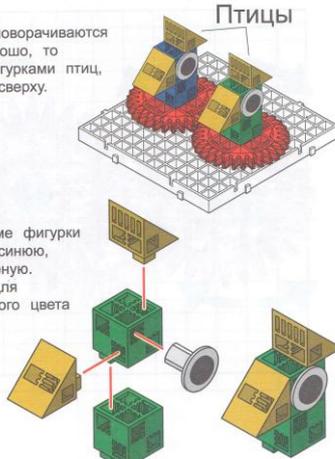
Задание второго типа
 Установите на панели-основании шестерни, обозначенные ● и ■, так, чтобы они вращались в направлении, указанном стрелками соответствующего цвета.



Если шестерни поворачиваются недостаточно хорошо, то утяжелите их фигурками птиц, установленными сверху.

ПТИЦЫ

Сборка птиц
 Соберите по схеме фигурки двух птиц: одну синюю, а другую — зелёную. Используйте их для обозначения разного цвета на шестерёнках.



Поворотные механизмы

Задание 1-6
 Уровень **

В какую сторону будет крутиться шестерня, обозначенная ■, если шестерня, обозначенная ●, будет крутиться в направлении, указанном стрелочкой?

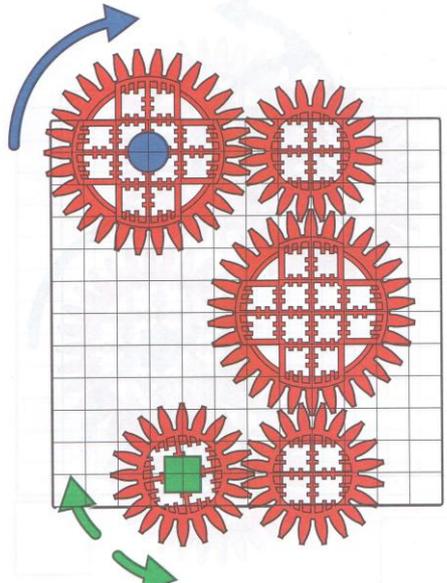


Рис. 3.11. Правила выполнения заданий по теме «Поворотные механизмы»

В других – привести в действие механизм, вставляя шестеренки в нужные места (см. рис. 3.12).

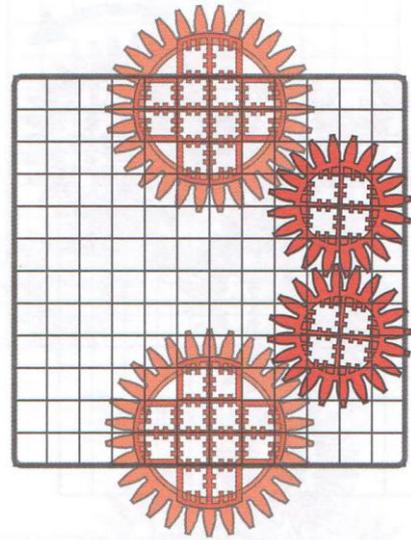
Задание 1-8 Поворотные механизмы

Уровень **

Где надо установить шестерню, чтобы шестерни, обозначенные ● и ■, крутились в направлении, указанном стрелочками?

Ответ:

Задание 1-8



Задание 2-10 Поворотные механизмы

Уровень ***

Где надо установить шестерню, чтобы шестерни, обозначенные ●, ■ и ▲, крутились в направлении, указанном стрелочками?

Ответ:

Задание 2-10

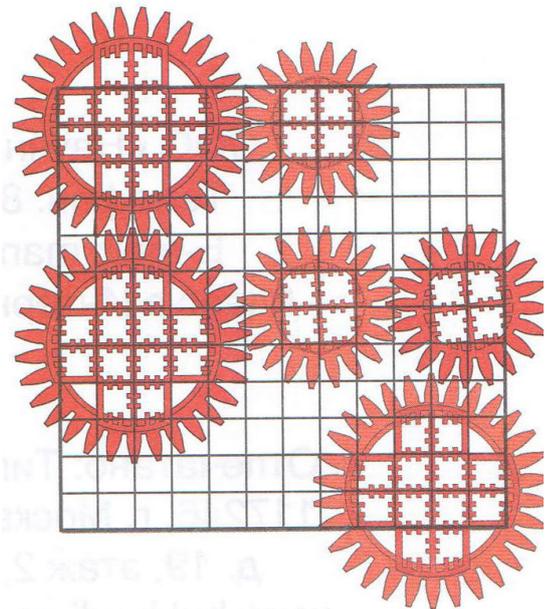


Рис. 3.12. Примеры заданий по теме «Поворотные механизмы»

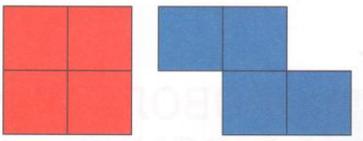
Головоломки в рамке

ВАМ ПОНАДОБИТСЯ:

Панель-основание		1 шт.
Куб красный		4 шт.
Куб жёлтый		4 шт.
Куб зелёный		4 шт.
Куб синий		4 шт.
Разделитель блоков		1 шт.

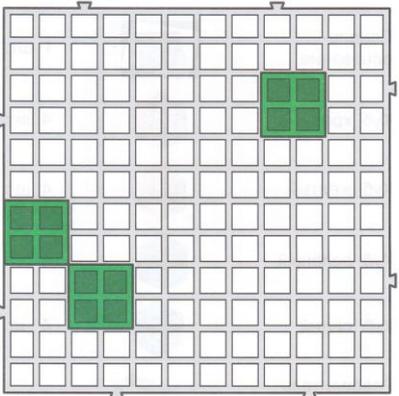
Как играть

Соберите фигуры, изображённые в рамке.



Убедитесь, что ни один из шипов не выходит за пределы собственной фигуры.

Установите блоки зелёного цвета на панели-основании, как показано на картинке.



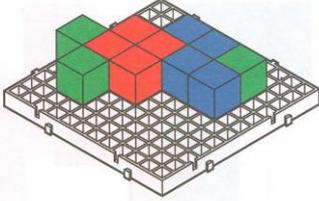
Шип



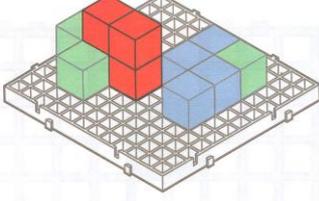
Задания по теме «Головоломки в рамке» сводятся к тому, что надо расположить на панели фигуры, собранные из базовых элементов, таким образом, чтобы они оставались на своих местах даже после того, как панель встряхнули (см. рис. 3.13).

Как играть

Разместите собранные фигуры на основании. Затем встряхните его. Посмотрите, остались ли собранные фигуры на своих местах.



Фигуры можно ставить только горизонтально!



Потрясите рамку ещё раз. Вы справились с заданием, если ни одна из фигур не упала с панели-основания.

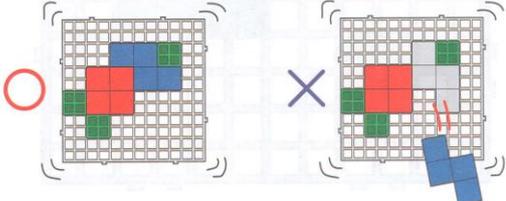


Рис. 3.13. Правила выполнения заданий по теме «Головоломки в рамке»

В своей совокупности образовательные модули «Курс логики базовый (30 элементов)», «Курс логики базовый (60 элементов)» и «Курс логики расширенный» от ООО «Научные развлечения» образуют своеобразную лестницу, каждая ступень которой поднимает обучающегося на более высокий уровень развития. Они позволяют детям не только сформировать достаточно хороший логический аппарат, развить пространственное воображение и навыки конструирования, но и подготовиться к работе со

следующими модулями: «Азбука робототехники», «Мультипликационная лаборатория», «Основы программирования роботов», «Цифровой робототехнический полигон для обучения программированию», «Робототехнический комплекс «Наум» для создания роботов с голосовым управлением», «Умная теплица». Это обусловлено тем, что все конструкции, используемые в перечисленных образовательных модулях, собираются из тех же самых базовых элементов.

Чтобы научиться грамотно работать с этими образовательными модулями будущие учителя математики в обязательном порядке должны с ними знакомиться в рамках курса «Методика обучения математике». Это удобно организовать либо при рассмотрении пропедевтической линии математики 5-6-х классов, либо при изучении вопросов, связанных с элементами логики в школьном курсе математики. Следует также отметить, что практические занятия по изучению этих материалов необходимо проводить в педагогических Кванториумах, где созданы все условия для отработки соответствующих методик.

Робототехника в образовании

Ю. С. Сапунова*

**ассистент кафедры информатики, физики и методики преподавания информатики и физики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

В настоящее время образовательная робототехника тесно вошла в учебный процесс образовательных учреждений среднего, высшего и дополнительного образования. В методической литературе выделяют три вида образовательной робототехники: спортивная, творческая, образовательная. Возможность посоревноваться и оценить свои силы в проектировании и программировании робота является дополнительным стимулом обучающихся для занятий в этой сфере и предполагает их участие в различных робототехнических мероприятиях: олимпиадах, фестивалях, научно-практических конференциях, конкурсах, подготовка к участию в которых нацелена на результат и обязательно опирается на индивидуальный подход к учащимся.

Существует целая система соревнований по робототехнике разного уровня: региональные, межрегиональные, всероссийские, международные. При подготовке к таким соревнованиям, ученики приобретают опыт решения как типовых, так и нестандартных задач по конструированию, программированию, сбору данных. Кроме того, работа в команде способствует формированию умения взаимодействовать с соучениками, формулировать, анализировать, критически оценивать, отстаивать свои идеи.

Самые популярные виды соревнований:

1. Следование по линии – преодоление роботом трассы вдоль черной линии за наименьшее время.
2. Сумо – задача робота-сумоиста состоит в том, чтобы вытолкнуть за пределы ринга своего соперника.
3. Кегельринг – задача робота, вытолкнуть кегли за пределы ринга.
4. Лабиринт – выполнить движение робота в лабиринте по различным алгоритмам.
5. Биатлон – робот, двигаясь по линии, должен преодолеть дистанцию за наименьшее время, сбить по пути мишени, выполнить бонусные задания и не получить штраф за сбивание столбов на трассе.

В каждом виде возможно возрастное ранжирование. Суть соревнований остается прежней, меняются лишь правила. Например, для старшей возрастной группы устанавливаются дополнительные ограничения по габаритам роботов, в биатлоне требуется более высокая точность попадания по цели, чтобы считать ее пораженной, усложняется трасса на гонках. Такой вид робототехники подойдет только тем, кто уже ею

увлекается, так как предназначен не для формирования интереса, а для демонстрации уже имеющихся умений и навыков.

Творческая робототехника также может продемонстрировать уровень подготовки обучающегося. Но это не является ее целью. В этом направлении важнее всего создать нового робота, который будет решать какие-то практические проблемы современного мира. Данный вид предназначен для не только увлеченных, но и осведомленных. Учащийся уже должен иметь навыки в области робототехники, чтобы сложить из этого нечто новое.

А получить базовые знания робототехники можно, занимаясь образовательной робототехникой. Этот вид предназначен для обучающихся любого возраста и нацелен на повышение интереса к данному виду деятельности и другим предметам. Так как роботы чаще всего создаются для решения каких-то вопросов или как модель объекта/явления, робототехника всегда тесно связана с другими науками (особенно с физикой и математикой) и видами человеческой деятельности (от программирования до искусства).

Какое место занимает робототехника в общеобразовательных организациях? В учебниках информатики под редакцией Е. А. Еремина и К. Ю. Полякова робототехника рассматривается в восьмом классе. Ей отводится целая глава и рассматриваются вопросы управления роботами и алгоритмы по управлению роботами. Обучающиеся узнают, что такое роботы, зачем они нужны, из чего состоят и как управляются. На это отводится 4 часа, но только в рамках расширенного учебного плана [73-77].

В УМК под редакцией Л. Л. Босовой робототехника появляется в 9 классе в составе главы «Алгоритмы управления». Дается определение робототехники. На этом линия заканчивается [35-41].

В УМК Семакина И. Г. робототехника упоминается в 9 классе в дополнении к главе 1, параграф «Роботы в нашей жизни» [53-55, 83, 84].

Таким образом, робототехника встречается у большинства популярных авторов УМК по информатике, но в весьма ограниченном количестве и в резервное время.

Согласно обновленным ФГОС от 2022 года робототехника является обязательным модулем предмета «Технология» и начинается уже во втором классе. Пособие под редакцией Босовой Л. Л. предназначено для обучающихся 2-4 классов, соответствует требованиям ФГОС НОО [78]. Программа рассчитана на 24 часа (по 8 в год) и разработана специально для модуля «Робототехника» предметной области «Технология». Предполагает работу с набором Lego Wedo. Модуль направлен на формирование у детей устойчивого интереса и начальных представлений о механике и

робототехнике, а также формировании пространственного, логического, алгоритмического мышления и освоении ими универсальных методов моделирования.

Согласно примерной рабочей программе по технологии, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию, на робототехнику отводится от 70 до 118 часов, в зависимости от уровня оснащённости образовательной организации и выбора вариативных модулей. Больше количество часов приходится на пятый, шестой и седьмой класс (около 30%), остальные — на восьмой и девятый классы. Согласно пояснительной записке сам модуль нацелен на идею сближения материальных и информационных технологий. Предполагается получение обучающимися универсальных навыков работы с действиями, операциями и этапами, а также формирование умения интегрировать знания из других областей [86].

Таблица 1.
Модуль «Робототехника»

Класс	Содержание модуля «Робототехника»
5	Автоматизация и роботизация. Принципы работы робота. Классификация современных роботов. Виды роботов, их функции и назначение. Взаимосвязь конструкции робота и выполняемой им функции. Робототехнический конструктор и комплектующие. Чтение схем. Сборка роботизированной конструкции по готовой схеме. Базовые принципы программирования. Визуальный язык для программирования простых робототехнических систем.
6	Мобильная робототехника. Организация перемещения робототехнических устройств. Транспортные роботы. Назначение, особенности. Знакомство с контроллером, моторами, датчиками. Сборка мобильного робота. Принципы программирования мобильных роботов. Изучение интерфейса визуального языка программирования. Учебный проект по робототехнике («Транспортный робот», «Танцующий робот»).
7	Промышленные и бытовые роботы, их классификация, назначение, использование. Программирование контроллера в среде конкретного языка программирования, основные инструменты и команды программирования роботов. Реализация на выбранном языке программирования алгоритмов управления отдельными компонентами и роботизированными системами. Анализ и проверка на работоспособность, усовершенствование конструкции робота. Учебный проект по робототехнике «Робототехнические проекты на базе электромеханической игрушки, контроллера и электронных компонентов».
8	Принципы работы и назначение основных блоков, оптимальный вариант использования при конструировании роботов. Основные

Класс	Содержание модуля «Робототехника»
	<p>принципы теории автоматического управления и регулирования. Обратная связь. Датчики, принципы и режимы работы, параметры, применение. Отладка роботизированных конструкций в соответствии с поставленными задачами. Беспроводное управление роботом. Программирование роботов в среде конкретного языка программирования, основные инструменты и команды программирования роботов. Учебный проект по робототехнике (одна из предложенных тем на выбор).</p>
9	<p>Робототехнические системы. Автоматизированные и роботизированные производственные линии. Элементы «Умного дома». Конструирование и моделирование с использованием автоматизированных систем с обратной связью. Составление алгоритмов и программ по управлению роботизированными системами. Протоколы связи. Перспективы автоматизации и роботизации: возможности и ограничения. Профессии в области робототехники. Научно-практический проект по робототехнике</p>

Процесс обучения робототехнике, по мнению Батуриной Е. Г. и Артемьевой А. Н., нацелен на решение следующих задач [33, 34]:

1. Познакомить обучающихся с составляющими конструктора и способами создания роботов.
2. Сформировать у обучающихся знания об окружающем мире через создание моделей, установление взаимосвязей.
3. Научить решать изобразительные, конструктивные задачи.
4. Развивать творческие способности.
5. Воспитать волевые качества, целеустремленность, умение определять последовательность действий, приводящих к желаемому результату.
6. Воспитать толерантность.
7. Создать и поддерживать благоприятную для ученического творчества среду.
8. Мотивировать обучающихся к получению знаний и творческой деятельности.
9. Поддерживать интеллектуальную составляющую на необходимом уровне.

Векслер В. А, предлагает использовать на занятиях по робототехнике следующие методы:

1. Объяснительно-иллюстративный.
2. Метод организации воспроизведения способов деятельности (система упражнений, устное воспроизведение, решение типовых задач в программировании, составлении программ, сборке моделей и конструировании, творческих исследованиях, презентации моделей, соревнованиях и опытах).

3. Метод проблемного обучения.
4. Частично-поисковый.
5. Исследовательский [64].

В школьное образование внедрена исследовательская проектная деятельность [77, 85]. Данный вид деятельности может применяться в рамках любой из школьных дисциплин. Выделяют следующие этапы работы над проектом в робототехнике:

1. Обозначение темы проекта.
2. Цель и задачи представляемого проекта. Гипотеза.
3. Разработка механизма.
4. Составление программы для работы механизма.
5. Тестирование модели, устранение дефектов и неисправностей [91, 92].

Преимуществом данного метода является возможность обучающихся узнать о чужом опыте. В процессе отладки проектов ученики делятся опытом друг с другом, что положительно влияет на уровень мотивации, творческие навыки и самостоятельность. Таким образом, в процессы работы над проектом формируются и развиваются коммуникативные, социальные навыки, умение работать в команде и лидерские качества личности.

В Примерной рабочей программе модуля «Технология» сформулированы следующие рекомендации по организации учебного процесса:

1. Разнообразные и постоянно обновляющиеся задачи.
2. Поисковая активность с акцентом на самостоятельность в принятии решений.
3. Минимизация количества повторений пройденного материала.
4. Работа в группе со сменой ролей, соревновательный элемент.
5. Формулирование правил через действие, выявление закономерности, теория через практику.
6. Положительная конструктивная оценка работы [78].

Для обучения теоретическим аспектам самых маленьких робототехников, Огурцова Е. Ю. и Фадеев Р. Н. предлагают использовать строителлинг [70]. Например, сухой и сугубо физический рассказ о принципах работы рычага заменить историей про медведя и зайцев: «Шел мишка по лесу, увидел, как зайцы с помощью рычага орехи колют, послушал про их изобретение, посмеялся над ним и одной лапой все переколот. Пошел мишка дальше в лес малину собирать и увяз в болоте. Тут ему на помощь пришли зайцы, соорудили огромный рычаг и вытащили мишку. Тогда он и оценил изобретение заячье по достоинству».

Таков может быть краткий сюжет истории. В полной версии зайцы обязательно должны рассказать медведю о принципе работы рычага, ведь в этом и была суть истории. Проще понять, о чем речь, если такая история

будет подкреплена картинками, где дети сразу смогут отметить все основные понятия: короткое плечо, длинное плечо, точка опоры. Можно предложить домашнее задание сочинить по аналогии сказку на какую-либо тему. Тогда, сочиняя и слушая сказки друг друга дети наверняка с большим удовольствием и интересом разберутся в теории.

На практике робототехника чаще всего внедряется в школах в виде факультативов, элективных курсов или остается лишь в учреждениях дополнительного образования. Курсы робототехники предназначены для формирования инженерного мышления, soft skill [93]. Ориентированы на школьников любого возраста, так как предполагают уровневое обучение:

1. В начальной школе конструируются роботы, и осваивается среда программирования.
2. В средней школе: конструирование и программирование роботов.
3. В старшей школе: изучение основ мехатроники и программирования микроконтроллеров на языках программирования высокого уровня.

Чаще всего курсы рассчитаны на работы с наборами Lego: WeDo, Spike prime, Ev3 Mindstorms. Также можно встретить курсы, где используются роботы на платформе Arduino. Почему выбирают именно Lego? Во-первых, из-за недавней доступности наборов. Во-вторых, из-за наличия линейки наборов для обучающихся с мала до велика. В-третьих, из-за совместимости разных наборов и уверенности, что опыт работы с одним однозначно пригодится и будет полезен при работе с другим. В-четвертых, из-за создаваемого ощущения игры. Дети любят играть, даже большие, и большинство любят конструкторы. В-пятых, из-за простоты программирования. При изучении курсов, связанных с робототехникой, чаще всего используются либо среда программирования, основанная на блочном языке Scratch, либо популярный сейчас Python, уже вошедший в курс школьной информатики. Следовательно, учащиеся в полной мере могут применить уже имеющиеся у них опыт и знания.

Если Lego годится для любого возраста, то Arduino ориентирован на среднее и старшее звено, потому что это платформа для создания электроники своими руками, а значит, требует знаний физики. Не получится взять набор и начать сразу собирать робота. Прежде придется разобраться с принципами работы специальных микросхем, на которых все строится. Инструкция по сборке также прилагается. Программирование осуществляется с помощью языка C++. В школах его учат очень редко, в основном те группы обучающихся, которые принимают активное участие в олимпиадном движении. Поэтому освоение такого вида робототехники потребует больше усилий и подойдет более заинтересованным обучающимся.

К сожалению, первый из плюсов роботов Lego (доступность) уходит из России вместе с компанией. Но это не значит, что теперь дети всей страны останутся без робототехники или им придется поголовно учить C++, на смену им приходят роботы компаний VEX и DJI.

Линейка VEX рассчитана на детей от 4 до 18 лет. Самые маленькие пользователи могут запрограммировать робота из набора VEX 123 даже без помощи планшета или компьютера, только используя специальные карточки. Более сложные алгоритмы создаются в среде VEXcode Blocks, также напоминающей Scratch. В наборе для младших школьников есть электрический магнит, который ранее нигде не встречался. Он нужен для того, чтобы управлять и перемещать металлические предметы на поле. Набор для старших школьников отличается наличием металлических деталей и необходимостью скреплять их с помощью специальных инструментов. Програмируется в среде RobotC или на Python. Роботы данного производителя могут управляться с помощью джойстика, входящего в состав расширенного набора.

Робот Robomaster S1 EP от DJI подойдет для обучающихся старшего звена, так как представляет собой массивный металлический конструктор, где все детали соединяются винтами при помощи отвертки [71]. Всенаправленное движение за счет колес Илона, маневренность, высокая скорость передвижения, широкоугольная камера, возможность сборки двух моделей из одного стандартного набора (воин и инженер). Программирование на Scratch и Python, управление через приложение на любом мобильном устройстве, возможность подключения джойстика. Данный набор уже не похож на игрушечный. Подойдет для работы с теми обучающимися, что перепробовали все, и хотят перейти на качественно новый уровень, почувствовать себя настоящими инженерами.

Как быть тем, кто не может обеспечить всех обучающихся наборами для робототехники? Им на помощь придут виртуальные лаборатории. Например, для конструкторов VEX и Lego. Виртуальная лаборатория позволяет полностью имитировать процесс работы с реальным конструктором: от сборки до программирования и отладки, в том числе могут быть отслежены показания виртуальных датчиков. Для использования Studio 2.0 придется установить приложение на компьютер, а запрограммировать VEX можно и онлайн [14, 18]. Таким образом, процесс создания виртуального робота будет отличаться лишь тем, что результат работы можно увидеть, но нельзя потрогать.

Чтобы выбрать наиболее подходящий для обучения набор, определим наиболее важные для себя характеристики и сравним.

Таблица 2.
Сравнительная таблица наборов робототехники

	Lego	VEX	Robomaster S1 EP	Arduino
Возраст	6-10 лет	4-18 лет	14+	10+
Язык программирования	Python, Scratch	Python, VEXblocks	Python, Scratch	C++
Производитель	Дания	Россия	Китай	Италия, США
Основной материал	Пластик	Пластик, металл	Металл	Металл
Виртуальная лаборатория	+	+	—	+
Методическая поддержка	+	+	+	+
Стоимость набора	25000-90000*	50000-140000*	275000*	От 8000*

*Стоимость по данным Robotbaza на август 2023 года.

Исходя из данных таблицы 2 можно выделить высокую стоимость материального обеспечения как проблему образовательной робототехники. Выделяют и другие проблемы:

1. Высокий уровень нагрузки у обучающихся.
2. Недостаточность методического обеспечения [44].

Если с высоким уровнем нагрузки для современного школьника никто спорить не будет, то вся проблематика сводится к методическому обеспечению. В таблице отмечено, что методическая поддержка присутствует, откуда тогда взялась эта проблема? Это связано с тем, что каждый разработчик понимает методическую поддержку, как может. Тот, кто думает на английском, и все руководства, инструкции и методички пишет на английском. И не всегда находятся люди, которые могут и желают делать доступную для всех качественную русифицированную версию данных пособий. Кто-то из разработчиков, стараясь идти в ногу со временем и уделяя больше внимания самообразованию обучающихся, создает пособие для самих обучающихся (например, онлайн курс от DJI в приложении Robomaster), а педагогов обделяет. Предполагается, что учитель должен будет пройти весь курс в роли ученика и сформировать свою собственную методику преподавания. Разумеется, это будет эффективный способ, так как он будет построен на взгляде изнутри, но он потребует больших временных затрат педагога, что может привести к быстрой потере актуальности знаний.

Информатика, а вместе с ней и робототехника, пожалуй, самые быстро развивающиеся области из тех, с которыми знакомят детей в школе. Педагогу важно давать актуальную информацию обучающимся.

Робототехника может быть полезна не только учителям информатики и технологии, которые напрямую с ней связаны, но и учителям математики и физики. Интерес к этим предметам у школьников зачастую намного меньше, чем к конструированию роботов и программированию. Например, при работе с роботами линейки Lego, а также другими, программируемыми на Scratch, обучающимся придется знакомиться с блоками, которые связаны с величинами, переменными, математическими выражения, системами координат. Таким образом, они вернуться к изучению математических тем: «Величины и числовые системы», «Система координат», «Геометрические преобразования». Так, Петкевич К. С. приводит в пример робота «Пятиминутка». Задача, которую ставят перед обучающимися, заключается в нахождении зависимости длины окружности и диаметра колеса [72]. Для ее решения потребуется:

1. Узнать длину пути, который проходит робот за время, пока колесо делает один полный оборот.
2. Узнать диаметр колеса
3. Повторить измерения для нескольких колес разного диаметра.
4. Выявить закономерность.

Для удобства предлагается заполнить таблицу, включающую номер колеса, диаметр, расстояние, равное одному обороту колеса, отношение расстояния к диаметру.

Интегрировать робототехнику в физику еще проще. Как отмечает Девяткина С. Н., каждый из механизмов робота имеет свою элементарную основу, включающую такие изобретения как рычаг, колесо [46]. Можно сказать, что робот — это и есть физика. Но собирать робота, чтобы посмотреть на его колесо — не слишком интересно. Целесообразнее будет продемонстрировать на уроке физике полноценный роботизированный эксперимент. То есть, автоматическая регистрация и обработка данных и управление ходом эксперимента. Например, робот может управлять: температурой объектов, значениями параметров электрической цепи, обходить резонансные частоты. Преимущество роботизированного эксперимента в простоте его проведения и возможности повторить многократно.

Аналогично можно найти связь робототехники и с другими школьными дисциплинами. Все зависит от уровня мастерства и заинтересованности педагога, в первую очередь.

Робототехника является хорошим способом подготовки детей к жизни в современном технологичном мире. Знания, полученные на занятиях по робототехнике, открывают множество возможностей, развивают в обучающихся критическое и вычислительное мышление, вовлекают в инженерию и информатику.

Использование цифровой лаборатории RELEON (физика)

В. Ю. Нефедова*, Е. А. Головачёва**

** кандидат педагогических наук, доцент, член-корреспондент Академии информатизации образования, заведующий кафедрой информатики, физики и методики преподавания информатики и физики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

*** студентка 2 курса магистратуры физико-математического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»*

Федеральный государственный стандарт (ФГОС) определяет в качестве одного из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися, — умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов» [88].

В этой связи цифровые лаборатории по физике становятся всё более распространенным инструментом в образовании. Они предоставляют свежий подход к изучению физических явлений и значительно расширяют возможности обучающихся для практического опыта в этой области. Цифровая лаборатория по физике — это комплект, состоящий из датчиков для измерения и регистрации различных параметров, интерфейса для сбора данных и программного обеспечения, визуализирующего экспериментальные данные на экране.

В процессе формирования экспериментальных умений ученик обучается представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: создавать таблицы данных, заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков;
- в графическом: строить графики по табличным данным, что даёт возможность перехода к выдвижению гипотез о характере зависимости между величинами;
- в виде математических уравнений: давать математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение [87].

На современном этапе преподавания физики предполагается активное использование цифровых лабораторий для проведения опытов и экспериментов. Одной из них является цифровая лаборатория компании RELEON [12].

Виртуальная лаборатория — это программный продукт, предназначенный для моделирования реальных лабораторных экспериментов и исследований в некоторой научной области. Виртуальная лаборатория

позволяет создавать компьютерную модель реальной лаборатории и интерактивно проводить эксперименты, изменять параметры и изучать физические явления без фактического доступа к реальным лабораторным условиям [42].

Первым и наиболее явным преимуществом цифровых лабораторий является их гибкость. Когда студенты работают с физической аппаратурой, они обычно не могут изменять параметры эксперимента без перенастройки оборудования. С цифровыми лабораториями студенты могут изменять параметры множество раз и наблюдать, как это влияет на результаты эксперимента, что позволяет более глубоко понимать материал и более легко запоминать полученные знания [63].

Вторым преимуществом цифровых лабораторий является возможность проведения опытов без риска. Некоторые эксперименты могут быть очень опасными или дорогостоящими, и использование живого оборудования может оказаться недоступным для некоторых школ и университетов. Цифровые лаборатории по физике предоставляют студентам возможность выполнить даже самые сложные эксперименты в безопасной среде.

Третье преимущество цифровых лабораторий по физике заключается в их доступности. Они могут быть запущены на практически любом устройстве с подключением к интернету, независимо от того, где находится студент. Это дает возможность проводить эксперименты в удобное для студента время и ритме, что помогает учиться более эффективно.

Экономия времени и ресурсов — использование виртуальных лабораторных установок позволяет обучающимся не тратить время и деньги на покупку и транспортировку дорогостоящих научных установок и компьютерного оборудования.

Интерактивность — виртуальные лаборатории позволяют ученикам проводить эксперименты и изучать физические явления в интерактивном формате, что делает обучение более интересным и увлекательным.

Польза цифровых лабораторий RELEON для учителя:

- 1) возможности профессионального развития;
- 2) повышение интереса в процессе обучения;
- 3) экономия времени подготовки к уроку за счёт быстрого запуска измерения;
- 4) повышение самостоятельности учащихся в проектной деятельности;
- 5) вовлеченность учеников в процесс обучения и мотивация для изучения предметов естественнонаучного цикла.

Мультидатчик — цифровое устройство, выполненное в виде платформы с многоканальным измерителем, который одновременно

получает сигналы с различных встроенных датчиков, размещённых в едином корпусе устройства. Мультидатчики представлены в виде стандартных измерительных устройств Relab, но фактически содержат от двух до восьми датчиков внутри корпуса одного блока. Такой подход позволяет разместить в одном устройстве целый набор датчиков. К тому же есть возможность использовать датчики по отдельности или снимать показания с нескольких одновременно.

Само оборудование и программное обеспечение легко в усвоении. Датчики не требуют дополнительных согласующих устройств и напрямую подключаются к планшету, компьютеру или ноутбуку.

Возможности цифровых лабораторий RELEON:

- возможность использования мультидатчиков;
- возможность использования мобильных лабораторий со встроенными датчиками;
- цифровые датчики оснащены встроенной памятью, способны хранить данные до 10 экспериментов;
- управление выбором диапазона измерений датчика производится непосредственно из программного обеспечения;
- результаты измерений могут быть представлены в виде графика или таблицы;
- программное обеспечение кросс-платформенно – доступно для Windows, OSX, Android, iOS. На всех платформах есть идентичный интерфейс [12];
- поддерживается подключение и отключение датчиков непосредственно во время сбора данных, без прерывания хода выполнения эксперимента и потери результатов.

Датчики RELEON надёжные и удобные в использовании. Они являются настоящими помощниками в проведении различных экспериментов, обеспечивая учеников и педагогов данными высокой точности.

Далее рассмотрим составные части виртуальной лаборатории по физике Releon, в неё входят 11 лабораторных работ, 8 практических работ, 6 демонстрационных экспериментов и 20 работ по переменному току.

Тема «Переменный ток» считается одной из наиболее трудных в курсе физики. Обучающимся тяжело дается сборка различных электрических цепей, но с помощью цифровых лабораторий, где есть различные датчики и инструкции по сборке, учащимся не составляет труда собирать различные электрические цепи.

Данные работы помогают ученикам не только лучше и эффективнее усвоить методический материал, но и подготовиться к такому важному

экзамену, как Основной государственный экзамен (ОГЭ) по физике, который включает в себя теоретическую часть и лабораторную работу, которая реализуется посредством цифровой лаборатории Releon [61].

Некоторые практические работы можно выполнять, как с помощью обычного оборудования, так и с помощью мультиметра, который намного облегчает некоторые эксперименты и наиболее точно все измеряет. Обучающиеся без проблем могут построить графики и сделать правильный вывод, ведь погрешность у мультиметра очень мала, нежели у обычных лабораторных приборов, некоторые из которых очень часто выходят из строя.

Несмотря на все эти преимущества, цифровые лаборатории по физике не могут заменить полностью реальное оборудование. Оборудование подлинного эксперимента может быть гораздо более точным и сложным, и использование такого оборудования может быть необходимо при изучении некоторых аспектов физики.

В заключении отметим, что цифровые лаборатории по физике являются мощным инструментом образования и предоставляют бесценный опыт для обучающихся. Использование виртуальных лабораторий обладает большой экономической выгодой, так как они являются более доступными, чем реальные лаборатории. Считаем, что виртуальные лаборатории по физике являются необходимым инструментом, с помощью которого у обучающихся возрастает интерес и мотивация в изучении предмета, что способствует достижению определенных успехов в области физики.

Заключение

Представленная авторами коллективная монография является актуальным и своевременным исследованием. В монографии рассмотрены вопросы об использовании ресурсов Технопарка и Кванториума для решения проблем трансфера цифровых образовательных технологий в программы подготовки педагогических кадров на базе Оренбургского государственного педагогического университета. Монография включает в себя результаты исследовательской работы по проекту «Использование ресурсов Технопарка и Кванториума для решения проблем трансфера цифровых образовательных технологий в программы подготовки педагогических кадров», реализуемого при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания

В монографии предложены оригинальные концептуальные и методические подходы к решению задачи о подготовке молодых педагогов, способных организовать образовательную деятельность на технической базе современной школы. Опыт и ресурсы авторов монографии будут полезны и должны быть востребованы не только студентами бакалавриата и магистратуры, изучающими современные проблемы развития цифровых технологий в образовании, но и учителями, педагогами дополнительного образования и преподавателями, ведущими исследования в данной области.

В монографии последовательно предложены и рассмотрены проблемы и вопросы, актуальные сегодня в образовательном процессе: аспекты применения аддитивных и иммерсивных технологий в образовании; эффективность использования комплекса «Академия Наураши. Курс логики базовый» для развития логического мышления; современные робототехнические подходы и внедрение цифровых лабораторий в школьном образовании. В работе приведены практические советы по использованию инновационных технических средств, эффективно применяемых в образовательном процессе Оренбургского государственного педагогического университета. В работе подчеркивается необходимость подборки актуальных и востребованных VR-приложений, предложен аналитический обзор 3D-принтеров и сканеров, а также оригинальных робототехнических комплексов.

В работе предложены инновационные методы решения проблемы в сфере подготовки педагогических кадров, имеющих потенциал внедрения методики цифровых технологий в образовательный процесс современной школы.

Оглавление

Введение.....	3
Аддитивные технологии в образовании	4
Иммерсивные технологии в образовании.....	11
Образовательные модули ООО «Научные развлечения»	21
Робототехника в образовании.....	36
Использование цифровой лаборатории RELEON (физика)	45
Заключение	49
Библиографический список	51

Библиографический список

1. 3D-печать в образовании / Т.В. Окладникова, Е.А. Литвинцева, А.П. Окладников, Л.В. Неведимова // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке»: в 17 частях. Тамбов, 2014. С. 108-109.
2. Belova, K. D. The use of virtual reality in education / K. D. Belova // Закон и общество: история, проблемы, перспективы : Материалы XXVI Межвузовской международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, посвященной 70-летию Красноярского ГАУ, Красноярск, 21–22 апреля 2022 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – Р. 392-395.
3. Cosmic Sugar. [сайт]. Режим доступа: [Cosmic Sugar VR в Steam \(steampowered.com\)](https://store.steampowered.com/app/591360/Cosmic_Sugar_VR_in_Steam/) (дата обращения: 26.06.2023).
4. Dreams of Dali. [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/591360/Dreams_of_Dali/ (дата обращения: 26.02.2023)
5. Get Lost In Nature With Luke. [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/1601810/Get_Lost_In_Nature_With_Luke/ (дата обращения: 26.02.2023)
6. Home A VR Spacewalk. [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/512270/Home_A_VR_Spacewalk/ (дата обращения: 26.02.2023)
7. Museum of Other Realities. [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/613900/Museum_of_Other_Realities/ (дата обращения: 26.02.2023)
8. Nefertari journey to Eternity. [сайт]. Режим доступа: http://store.steampowered.com/app/861400/Nefertari_journey_to_Eternity/ (дата обращения: 26.02.2023)
9. Open Brush. [сайт]. Режим доступа: http://store.steampowered.com/app/1634870/Open_Brush/ (дата обращения: 26.02.2023)
10. Perspectives Paradise [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/1016390/Perspectives_Paradise/ (дата обращения: 26.02.2023)
11. PING PONG LEAGUE. [сайт]. Режим доступа: https://store.steampowered.com/app/495520/Ping_Pong_League/ (дата обращения: 26.02.2023)
12. RELEON: Российский производитель учебного оборудования, электроники и программного обеспечения: офиц. сайт. Орёл. – URL: <https://rl.ru/products/> (дата обращения 18.03. 2023). Режим доступа: свободный. – Текст. Изображение: электронные.

13. Shinzhina, D. M. Virtual reality in education / D. M. Shinzhina // Information and Education: Borders of Communication. – 2022. – No. 14(22). – P. 136-137.
14. Studio Download [BrickLink]. // BrickLink : [сайт]. — URL: <https://www.bricklink.com/v3/studio/download.page> (дата обращения: 23.08.2023).
15. The Body VR: Journey Inside a Cell. [сайт]. Режим доступа: [https://store.steampowered.com/app/451980/The Body VR Journey Inside a Cell/](https://store.steampowered.com/app/451980/The_Body_VR_Journey_Inside_a_Cell/) (дата обращения: 26.02.2023)
16. The Lab. [сайт]. Режим доступа: [https://store.steampowered.com/app/450390/The Lab/?l=russian](https://store.steampowered.com/app/450390/The_Lab/?l=russian) (дата обращения: 26.02.2023)
17. Trends in Educational Technology for 2020// URL: <https://goo.su/wqhtS> (дата обращения 15.02.2022).
18. VEXcode VR. // VEX : [сайт]. — URL: <https://vr.vex.com/> (дата обращения: 23.08.2023).
19. Аддитивные технологии в машиностроении [Текст]: учеб.пособие для вузов по направлению подготовки магистров «Технологические машины и оборудование» / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2013. – 183 с.
20. Академия Наураши. Курс логики базовый. 30 элементов. Набор карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. I / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Научные развлечения, 2020.
21. Академия Наураши. Курс логики базовый. 30 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. II / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Научные развлечения, 2020.
22. Академия Наураши. Курс логики базовый. 30 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. III / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Научные развлечения, 2020.
23. Академия Наураши. Курс логики базовый. 30 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. IV / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Научные развлечения, 2020.
24. Академия Наураши. Курс логики базовый. 60 элементов. Набор карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. I / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Буклет СВ, 2019.
25. Академия Наураши. Курс логики базовый. 60 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. II / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Буклет СВ, 2019.
26. Академия Наураши. Курс логики базовый. 60 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. III / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Буклет СВ, 2019.

27. Академия Наураши. Курс логики базовый. 60 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. IV / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Буклет СВ, 2019.
28. Академия Наураши. Курс логики базовый. 60 элементов. Наборы карточек для работы с детьми от 6 лет. Ч. V / С. И. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Буклет СВ, 2019.
29. Академия Наураши. Курс логики расширенный: учебное пособие для детей от 6 лет. Ч. I / С. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Де'Либри, 2019.
30. Академия Наураши. Курс логики расширенный: учебное пособие для детей от 6 лет. Ч. II / С. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Де'Либри, 2019.
31. Академия Наураши. Курс логики расширенный: учебное пособие для детей от 6 лет. Ч. III / С. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Де'Либри, 2019.
32. Академия Наураши. Курс логики расширенный: учебное пособие для детей от 6 лет. Ч. IV / С. Мусиенко, Д. Хамада, А. Уемацу. — М.: Де'Либри, 2019.
33. Артемьева, А. Н. Образовательная робототехника как средство всестороннего развития детей младшего школьного возраста / А. Н. Артемьева // АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ : сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 марта 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 142-145.
34. Батурина, Е. Г. Образовательные технологии, применяемые при реализации курса «робототехника» / Е. Г. Батурина // Непрерывность образования: от школы к вузу : Материалы 5-й Всероссийской научно-методической школы-семинара, Ульяновск, 30 сентября 2021 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2022. – С. 130-132.
35. Босова, Л. Л. Информатика. 10 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 288 с.
36. Босова, Л. Л. Информатика. 11 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 256 с.
37. Босова, Л. Л. Информатика. 5 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 202 с.
38. Босова, Л. Л. Информатика. 6 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 213 с.
39. Босова, Л. Л. Информатика. 7 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 226 с.
40. Босова, Л. Л. Информатика. 8 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 155 с.
41. Босова, Л. Л. Информатика. 9 класс: учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. — 184 с.

42. Винтоняк, Г. Н. Особенности применения цифровых лабораторий по физике при реализации ФГОС среднего профессионального образования / Г. Н. Винтоняк // Педагогическое обозрение. – 2020. – № 2(42). – С. 110-112.

43. Голубева И.Л., Альтапов А.Р. Изучение цифрового прототипирования в курсе компьютерной графики с использованием продуктов Autodesk // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. №13. С. 343-344.

44. Голубков, Д. А. Проектное обучение на уроках технологии в современной школе / Д. А. Голубков // Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в ВУЗе и школе. – 2022. – № 37. – С. 183-189.

45. Граневский, К. В. Технологии виртуальной и дополненной реальности и возможность их применения в военном образовании / К. В. Граневский, Н. А. Кубенин // . – 2017. – № 31-1. – С. 16-22. – DOI 10.18411/lj-31-10-2017-03.

46. Девяткина, С. Н. Междисциплинарная интеграция робототехники и физики в школе / С. Н. Девяткина // Физика конденсированного состояния и ее приложения: Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции, Стерлитамак, 22–24 сентября 2022 года. – Стерлитамак: Стерлитамакский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Башкирский государственный университет", 2022. – С. 477-482.

47. Добринский, Е. С. Быстрое прототипирование: идеи, технологии, изделия [Текст]/ Е. С. Добринский // Полимерные материалы. – 2011. – №9. – 148 с.

48. Долинин Ф.И., Токарев А.С., Зулькарнаев В.У. Использование 3D-принтеров в высших учебных заведениях для образования и возможности заработка // Инновации в науке. 2014. №35. С. 60-67.

49. Дополненная и виртуальная реальность в образовании как инструмент осознанного обучения / А. М. Сотников, А. Ю. Тычков, Р. В. Золотарев [и др.] // Вестник Пензенского государственного университета. – 2021. – № 4(36). – С. 117-122.

50. Дресвянников В.А., Страхов Е.П. Аддитивные технологии как технологическая инновация: понятие, содержание, анализ развития // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2018. № 1. [Электронный ресурс].URL: <https://ekonomika.snauka.ru/2018/01/15666>

51. Зленко М.А., Попович А.А., Мутылина И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие. СПб.: СПбГУ, 2013. 221 с.

52. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии // СТТ: строительная техника и технологии. 2016. № 3 (119). С. 54-57.

53. Информатика. 7 класс: учебник / И. Г. Семакин, Л. А. Залогова, С. В. Русаков, Л. В. Шестакова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 170 с.

54. Информатика. 8 класс: учебник / И. Г. Семакин, Л. А. Залогова, С. В. Русаков, Л. В. Шестакова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 179 с.
55. Информатика. 9 класс: учебник / И. Г. Семакин, Л. А. Залогова, С. В. Русаков, Л. В. Шестакова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 344 с.
56. Иоселиани, А. Д. Виртуальная реальность и инновационная среда образования / А. Д. Иоселиани // Манускрипт. – 2021. – Т. 14, № 1. – С. 122-125. – DOI 10.30853/mns200608.
57. Казмирчук К., Довбыш В. Аддитивные технологии в российской промышленности [Электронный ресурс]. – URL: <http://konstruktor.net/podrobnnee-det/additivnyye-texnologii-v-rossijskojpromyshlennosti.html>
58. Каракозов, С. Д. Виртуальная реальность: генезис понятия и тенденции использования в образовании / С. Д. Каракозов, Н. И. Рыжова, Н. Ю. Королева // Информатика и образование. – 2020. – № 10(319). – С. 6-16. – DOI 10.32517/0234-0453-2020-35-10-6-16.
59. Кучер, М. О. Возможности использования технологии виртуальной реальности в географическом образовании / М. О. Кучер, В. В. Миненкова // Региональные географические исследования : Сборник научных трудов / Под общей редакцией А.В. Погорелова. Том Выпуск 13. – Краснодар : Кубанский государственный университет, 2020. – С. 398-403.
60. Кушнир А.П., Лившиц В.Б. Классификация технологий 3D печати // Рецензируемое периодическое сетевое научное издание «Дизайн. Теория и практика». 2014. №18. <http://enidtp.ru/download/185/>
61. Левицкая, Е. В. Использование цифровой лаборатории при решении экспериментальных контекстных задач по физике / Е. В. Левицкая, И. В. Орлова // Молодой ученый. – 2022. – № 14(409). – С. 316-318.
62. Лейбов А.М., Каменев Р.В., Осокина О.М. Применение технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе // Современные проблемы науки и образования. 2014. №5. С. 93.
63. Машиньян, А. А. Технологии обучения решению физических задач в условиях современной информационной среды / А. А. Машиньян, Н. В. Кочергина // Мир науки, культуры, образования. – 2017. – № 5(66). – С. 167-171.
64. Методические особенности преподавания робототехники в рамках кружковой деятельности в школе. // Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского : [сайт]. — URL: https://www.sgu.ru/sites/default/files/textdocsfiles/2020/10/19/metodicheskie_osobennosti_prepodavaniya_robototehniki.pdf (дата обращения: 23.08.2023).
65. Мудракова, О. А. Использование виртуальной реальности в образовании во время пандемии / О. А. Мудракова, Н. И. Решко // Вопросы педагогики. – 2022. – № 2-2. – С. 132-136.

66. Мухамадиева, К. Б. Дополненная и виртуальная реальность в образовании / К. Б. Мухамадиева // Образование и проблемы развития общества. – 2021. – № 1(14). – С. 68-75.
67. НАУСТИМ — цифровая интерактивная среда: парциальная образовательная программа для детей от 5 до 11 лет / О. А. Поваляев [и др.]. — М.: Де’Либри, 2020. — 68 с.
68. Образовательная робототехника как инновационная технология обучения: Монография / Я.А. Ваграменко, О.М. Карпенко, Г.Ю. Яламов, Т.Б. Казиахмедов, Т.Ш. Шихнабиева, Н.В. Борисова, С.В. Сафонова. М.: Изд-во СГУ, 2019 105 с.
69. Образовательная робототехника. // Иркутский колледж дорожного транспорта и автомобильного строительства : [сайт]. — URL: <https://www.ikatids38.ru/images/it/robotechet.pdf> (дата обращения: 23.08.2023).
70. Огурцова, Е. Ю. Сторителлинг на занятиях по робототехнике / Е. Ю. Огурцова, Р. Н. Фадеев // Научный поиск: личность, образование, культура. – 2021. – № 4(42). – С. 21-26. – DOI 10.54348/2021.4.3. – EDN AGEAQX.
71. Официальный сайт DJI. // DJI : [сайт]. — URL: <https://www.dji.com/ru> (дата обращения: 23.08.2023).
72. Петкевич, К. С. Возможности использования робототехники на уроках математики / К. С. Петкевич // Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы : Материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 20–21 октября 2022 года / Редколлегия: С.И. Василец, А.Ф. Климович (отв. ред.), В.Р. Соболев [и др.]. – Минск: Учреждение образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», 2022. – С. 143-145.
73. Поляков, К. Ю. Информатика. 10 класс. Базовый и углубленный уровни: учебник в 2 ч. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 344 с.
74. Поляков, К. Ю. Информатика. 11 класс. Базовый и углубленный уровни: учебник в 2 ч. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 304 с.
75. Поляков, К. Ю. Информатика. 7 класс: учебник в 2 ч. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 160 с.
76. Поляков, К. Ю. Информатика. 8 класс: учебник в 2 ч. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 256 с.
77. Поляков, К. Ю. Информатика. 9 класс: учебник в 2 ч. / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 288 с.

78. Примерная рабочая программа модуля «Технология» // Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний. : [сайт]. — URL: https://lbz.ru/metodist/authors/itp/2/rp_2_4.pdf (дата обращения: 23.08.2023).
79. Путило, О. О. Использование технологий дополненной и виртуальной реальности в процессе литературного образования / О. О. Путило, Л. Н. Савина // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2020. – № 9(152). – С. 27-35.
80. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 июля 2021 г. № 1913-р «Стратегия развития аддитивных технологий в Российской Федерации на период до 2030 года». [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/1202107160042.pdf>
81. Робототехника. // Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний : [сайт]. — URL: <https://lbz.ru/books/1107/> (дата обращения: 23.08.2023).
82. Саблинский, А. И. Проектная деятельность на занятиях по робототехнике в детском технопарке «Кванториум 42» как инструмент для формирования инженерного мышления / А. И. Саблинский, Н. А. Ефимкина. // Образование. Карьера. Общество. — 2019. — № 3. — С. 64-66.
83. Семакин, И. Г. Информатика. Углубленный уровень: 10 класс: учебник в 2 ч. / И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина, Л. В. Шестакова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 232 с.
84. Семакин, И. Г. Информатика. Углубленный уровень: 11 класс: учебник в 2 ч. / И. Г. Семакин, Т. Ю. Шеина, Л. В. Шестакова. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. — 216 с.
85. Тарапата, В. В. Робототехника в школе: методика, программы, проекты. / В. В. Тарапата, Н. Н. Самылкина. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 109 с.
86. Технология. // Реестр примерных основных общеобразовательных программ : [сайт]. — URL: <https://fgosreestr.ru/uploads/files/aefaa9351eb2330a4956945a5b718c3c.pdf> (дата обращения: 23.08.2023).
87. Усова А.В. Методика преподавания физики в средней школе: пособие для учителя / под редакцией А. В. Усовой. - 4-е издание, переработанное. - Москва: Просвещение, 1990. - 319 с.: ил.
88. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. [приказом](#) Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287). [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/#1000>
89. Характеристики принтера для трехмерной печати. https://raise3d.ru/production/3d_printer_raise3d_e2/.
90. Хасанова, Г. Ф. Виртуальная реальность в инженерном образовании химического профиля / Г. Ф. Хасанова // Казанский педагогический журнал. – 2019. – № 1(132). – С. 43-49.

91. Цеева Ф.М., Нагаплежева Р.Р. Актуальные вопросы преподавания робототехники в школе // Педагогический журнал. — 2022. — Т. 12. № 3А. — С. 326-331.

92. Чеканова, Л. А. Анализ современных методик обучения образовательной робототехнике / Л. А. Чеканова, Т. Т. Газизов. // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. — 2019. — № 6. — С. 79-81.

93. Ярославцева, А. В. Актуальность формирования навыков soft skills средствами робототехники у мальчиков во внеурочной деятельности / А. В. Ярославцева // Вестник ГГУ. — 2020. — № 6. — С. 89-93.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Нефедова Виктория Юрьевна и др.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСОВ ТЕХНОПАРКА И
КВАНТОРИУМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ТРАНСФЕРА
ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ**

Отпечатано с авторского оригинал-макета

Подписано в печать