МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ООБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГОО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИКИ, ПСИХОЛОГИИ
И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВКР УдГУ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

Тема: **Развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на занятиях в кружках технической направленности**

Выполнил: Созыкина Валентина Валерьевна

студент группы ОБ-44.03.05.01-55 _____

Руководитель проекта: Опарин Алексей Иванович

доцент кафедры ТМТПО _____

Заведующий кафедрой ТМТПО: Причинин Алексей Евгеньевич

кандидат педагогических наук, доцент _____

Ижевск 2026

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ООБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГОО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИКИ, ПСИХОЛОГИИ
И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВКР УдГУ

ЗАДАНИЕ

студенту **Созыкиной Валентине Валерьевне**
на выполнение выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)
по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Информатика и технология»

Тема выпускной квалификационной работы
рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры ____ТМТПО_____
“ 14 ”_____мая_____2026 г.
Протокол № 9_____
Зав. кафедрой ТМТПО Причинин А. Е._____

Ижевск 2026

1. Тема выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)

Развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на кружках технической направленности.

2. Состав работы (проекта):
   2.1. Пояснительная записка (100 стр.)
   2.2. Электронное средство обучения
   2.3. Материальное средство обучения
   2.4. Презентация
3. Содержание работы (проекта):
   3.1. Провести информационно-аналитическое исследование по развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.
   3.2. Разработать педагогическую технологию, способствующую развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов на кружках технической направленности.
   3.3. Разработать электронное и материальное средства обучения, способствующие развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.
   3.4. Провести опытно-экспериментальную работу.
4. Сроки выполнения и защиты:
   4.1. Предварительная защита: 9 июня 2026 г.
   4.2. Защита на ГЭК: 29 июня 2026 г.
5. Руководитель работы (проекта):

Опарин Алексей Иванович, доцент кафедры ТМТПО

_____

ВКР УлГУ

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа направлена на развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на занятиях в кружках технической направленности.

Во введении изложена актуальность темы, определены проблема, субъект, объект, предмет, сформулированы цель, гипотеза и задачи.

Первая глава содержит в себе информационно-аналитическое исследование по развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов, способы и методы развития заявленного умения, а также анализ возрастных и индивидуально-психологических особенностей обучающихся 13-14 лет.

Во второй главе разработана педагогическая технология, направленная на развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов, созданы материальное и электронное средства обучения и определены организационно-методические условия их реализации.

В третьей главе описано проведение опытно-экспериментальной работы. Проведен анализ результатов исследования и сделан вывод о возможности внедрения результатов исследования в образовательной практике.

В заключении приведены итоги выпускной квалификационной работы.

ВКР УлГУ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

- Умение исследовать свойства материалов
- Конструкционные материалы
- Пластики для 3D-печати
- Дополнительное образование
- Развитие
- Педагогическая технология
- Лабораторный практикум
- Средства обучения

ВКР УдГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7
1. ИНФОРМАЦИОННО – АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 10
1.1 Сущность понятия «развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов» 10
1.2. Анализ подходов и методов к развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов 14
1.3 Психофизиологические особенности младших подростков 18
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ 23
2.1. Модернизация учебной программы 23
2.2. Разработка педагогической технологии 29
2.3 Проектирование средств обучения 38
3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПРОВЕРКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ 58
3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной работы 58
3.2 Проведение опытно – экспериментальной работы 60
3.3 Анализ результатов опытно – экспериментальной работы 62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 72
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ 74
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Анализ общеобразовательных общеразвивающих программ 78
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Сводная таблица компонентов педагогической технологии 83
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Фрагмент дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Урок технологии. Рост» 88
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. QR-код для доступа к электронному средству обучения 99
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Диагностический тест..……...94
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Фотоотчет о проведении занятий……..……...99

ВКР УлГУ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Техническое творчество в системе дополнительного образования является ресурсом для развития инженерного мышления, практических навыков и познавательной активности подростков [15]. Дополнительное образование и кружковая работа предоставляют возможности для углубленного изучения материала и реализации проектов [8], [15]. Одним из направлений в кружках технической направленности является работа с конструкционными материалами, которая требует от обучающихся не только владения практическими операциями, но и осознанного подхода к выбору и исследованию свойств материалов [27], [41].

Современные тенденции развития техники и производства неразрывно связаны с распространением аддитивных технологий и цифрового производства [18]. 3D-печать становится доступным инструментом технического творчества [26]. Умение самостоятельно исследовать свойства конструкционных материалов приобретает значимость и становится неотъемлемой частью технической грамотности современного подростка [27].

Занятия по исследованию свойств материалов позволят учащимся овладеть умениями, связанными с определением физических и механических свойств материалов [43]. А также поспособствуют развитию исследовательского и инженерного мышления, системного подхода к решению технических задач и воспитанию ответственности за результат своей деятельности [30], [15].

Развитие исследовательских умений важно в контексте современных образовательных задач, направленных на формирование функциональной Грамотности и подготовку подростков к осознанному профессиональному самоопределению в научно-технической сфере [2] [8]. Однако, как показывает практика работы учреждений дополнительного образования, исследовательская составляющая обычно уходит на второй план, уступая место репродуктивной деятельности по изготовлению изделий по готовым образцам и инструкциям [19]. Учащиеся испытывают трудности при интерпретации данных и не всегда могут обосновать выбор материала для своего проекта [23].

ВКР УлГУ

Возникает **противоречие** между потребностью системы дополнительного образования в развитии у обучающихся 13-14 лет исследовательских умений в области материаловедения и отсутствием достаточной методической базы, обеспечивающей целенаправленное развитие данного умения в рамках кружков технической направленности.

Проблема исследования: каким образом организовать обучение учащихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности, чтобы способствовать развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.

Цель исследования: теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить содержание и методику проведения педагогической технологии, способствующей развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности.

Объект исследования: учебно-воспитательный процесс обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружке технической направленности.

Предмет исследования: процесс развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет в системе дополнительного образования.

Гипотеза исследования: процесс развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности будет эффективным, если:

- будет уточнено понятие «умение исследовать свойства конструкционных материалов»;
- педагогическая технология будет реализована на основе системно-деятельностного, конструктивистского и компетентностного подходах;
- будет разработано и внедрено средство обучения, включающее задания исследовательского характера и направленное на развитие данного умения;

Задачи исследования:

ВКР УдГУ

- Провести информационно-аналитическое исследование существующих подходов к решению проблемы развития умения исследовать свойства конструкционных материалов.
- Разработать педагогическую технологию, способствующую развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности.
- Разработать средство обучения, способствующее развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.
- Провести опытно-экспериментальную работу по развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13–14 лет на занятиях в кружках технической направленности.

ВКР УДГУ

1. ИНФОРМАЦИОННО – АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

1.1 Сущность понятия «развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов»

Современная система дополнительного образования детей, опираясь на «Концепцию развития дополнительного образования до 2030 года», ориентирована на создание условий для личностного и профессионального самоопределения подростков, развития их творческого и интеллектуального потенциала [21]. Одним из направлений в кружках технической направленности является развитие у учащихся умения исследовать свойства конструкционных материалов, что является неотъемлемой частью технологической подготовки, обеспечивающей развитие инженерного мышления, функциональной грамотности и готовности к практической проектной деятельности [19], [43].

Для точного понимания исследуемого явления нам необходимо проанализировать ключевые понятия, составляющие его основу: «развитие», «умение», «исследование», «свойства конструкционных материалов».

Понятие «развитие»

В педагогической науке развитие трактуется как процесс и результат количественных и качественных изменений в личности обучающегося, выражающихся в переходе от одного уровня интеллектуального, личностного и деятельностного функционирования к другому, более высокому и сложному. Согласно теории Л.С. Выготского, развитие неразрывно связано с обучением, которое, опережая наличный уровень, создает «зону ближайшего развития» – область потенциальных возможностей ребенка, раскрывающихся при поддержке педагога или более опытного сверстника [7].

В.В. Давыдов, развивая идеи теории развивающего обучения, подчеркивал, что подлинное развитие в учебной деятельности реализуется через овладение учащимися обобщенными способами теоретического мышления, направленного на содержательный анализ, планирование и рефлексию. Развитие, таким образом, не сводится к механическому накоплению информации или отработке

ВКР УдГУ

изолированных навыков, а выражается в качественной перестройке структуры мышления и способов деятельности [11].

В системе дополнительного образования развитие происходит в условиях добровольности, высокой мотивации и практико-ориентированной направленности занятий, это создает благоприятную среду для раскрытия индивидуальных особенностей и потенциальных возможностей каждого обучающегося [8].

Понятие «умение»

В психолого-педагогической литературе умение определяется как освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков. Умение предполагает способность осознанно применять имеющиеся знания в изменяющихся условиях, выбирать адекватные способы действий и контролировать их выполнение. Умение базируется на активной интеллектуальной деятельности и включает элементы анализа, синтеза и оценки [17].

Как отмечал Ю.К. Бабанский, умения формируются в деятельности и представляют собой готовность человека успешно достигать поставленной цели, опираясь на знания и опыт [2]. М.Н. Скаткин отмечал, что умения неотделимы от практической деятельности и включают осмысленные действия, направленные на решение конкретных задач [40].

Понятие «исследование»

Исследование в образовательной практике рассматривается как активная познавательная деятельность, в ходе которой учащийся самостоятельно (или при направляющей поддержке педагога) формулирует проблему, выдвигает гипотезы, планирует и проводит эксперимент, фиксирует и анализирует полученные данные, формулирует выводы [24].

А.В. Леонтович определяет учебное исследование как творческую деятельность, направленную на открытие субъективно нового знания в процессе решения учебной задачи [24]. А.С. Обухов подчеркивает, что исследовательская деятельность в дополнительном образовании обладает значительным

ВКР УлГУ

потенциалом, так как позволяет учащемуся выйти за рамки регламентированной школьной программы и погрузиться в реальный процесс научного или инженерного поиска [30].

Понятие «анализ» как составляющая исследовательской деятельности

Анализ в педагогике и психологии рассматривается как фундаментальная мыслительная операция, направленная на мысленное или практическое разложение объекта на составляющие части, выделение его существенных признаков, установление связей и закономерностей. Согласно Б.Г. Ананьеву, анализ является необходимым условием понимания сущности изучаемых явлений и процессов [12].

Анализ выступает связующим звеном между экспериментальным исследованием и инженерным решением.

Понятие «конструкционные материалы» и их свойства

Конструкционные материалы – это материалы, предназначенные для изготовления деталей, узлов и конструкций, воспринимающих силовую нагрузку и определяющих функциональные характеристики изделия. В практике кружков технической направленности, ориентированных на 3D-печать и прототипирование, особое значение приобретают полимерные материалы, обладающие разнообразными физико-механическими и технологическими свойствами [18].

Свойства конструкционных материалов представляют собой совокупность характеристик, определяющих возможность и целесообразность их применения в конкретных условиях эксплуатации. Выделяют следующие группы свойств:

- *физические:* плотность, теплопроводность, электропроводность, водопоглощение;
- *механические:* прочность, твердость, упругость, пластичность, хрупкость, ударная вязкость;
- *химические:* устойчивость к действию кислот, щелочей, органических растворителей, окислителей, а также стойкость к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому излучению;

ВКР УлГУ

- *технологические:* обрабатываемость, способность к формообразованию, адгезия, усадка, термостойкость [27].

Обобщая вышеизложенное, под **развитием умения исследовать свойства конструкционных материалов** у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на занятиях в кружках технической направленности следует понимать целенаправленный педагогический процесс изменения способности учащегося осознанно и самостоятельно осуществлять комплекс действий, включающих: выявление проблемы или исследовательской задачи; планирование и проведение экспериментального изучения свойств материалов; фиксацию, анализ и интерпретацию полученных данных; формулирование обоснованных выводов и инженерных решений на основе результатов исследования.

Структура данного умения включает пять взаимосвязанных компонентов:

1. Когнитивный компонент представляет собой систему знаний учащегося о видах конструкционных материалов, их физических, механических и технологических свойствах, способах и методах их экспериментального определения. Данный компонент формирует теоретическую базу, без которой невозможна осознанная и целенаправленная исследовательская деятельность. Как подчеркивал Л.В. Занков, когнитивный компонент является фундаментом для развития умений, поскольку глубокие и систематизированные знания выступают ориентировочной основой для выполнения практических действий [16].

2. Деятельностный компонент выражается в способности применять полученные знания в практической работе: осуществлять измерения с использованием инструментов, проводить испытания образцов по заданной методике, фиксировать количественные и качественные результаты, интерпретировать данные и делать выводы. По мнению А.В. Хуторского, формирование деятельностного компонента связано с освоением учебных действий и операций, необходимых для решения поставленных задач, и

ВКР УлГУ

происходит только в процессе активной самостоятельной деятельности учащегося [17], [44].

3. Мотивационный компонент отражает внутреннюю заинтересованность подростка в исследовательской деятельности, его познавательную потребность, стремление к самостоятельному поиску решений и достижению результата [11].

4. Коммуникативный компонент включает умения представлять и защищать результаты своей работы, обсуждать и сравнивать выводы с другими учащимися, аргументировать свою позицию и воспринимать конструктивную критику. Как отмечал В.В. Давыдов, коммуникативные навыки являются неотъемлемой частью учебной деятельности и способствуют развитию научной культуры и социализации обучающихся [12].

5. Рефлексивный компонент формируется в процессе осмысления учащимся собственной деятельности: анализа ее эффективности, выявления допущенных ошибок и их причин, определения способов улучшения результатов и направлений дальнейшего развития. С.Л. Рубинштейн рассматривал рефлексию как важнейшее условие сознательного управления своей деятельностью и личностного роста [46].

Уточнив понятие «развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов», мы получили теоретическую основу для анализа подходов и методов к развитию данного умения.

1.2. Анализ подходов и методов к развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов

Развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет в условиях кружка технической направленности требует комплексного методического обеспечения, включающего обоснованный выбор педагогических подходов и методов обучения [8], [15].

Анализ научно-педагогической литературы и практического опыта организации технического творчества обучающихся позволил нам выделить

ВКР УлГУ

несколько ключевых подходов, обеспечивающих эффективное развитие исследовательских умений в области материаловедения [20].

За основу взят *системно-деятельностный подход,* который базируется на трудах Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, В.В. Давыдова и предполагает, что развитие личности обучающегося происходит только в процессе активной, осознанной и целенаправленной деятельности [11]. Применительно к кружковой работе это означает, что умение исследовать свойства материалов не может быть сформировано путем пассивного слушания лекций, а непосредственно в процессе самостоятельного выполнения экспериментальных заданий, анализа полученных данных и формулирования выводов. [22], [30].

Компетентностный подход ориентирует образовательный процесс на формирование у учащихся не просто знаний, а компетенций, обеспечивающих способность применять полученные знания и умения в реальных практических ситуациях [44]. В контексте кружка технической направленности данный подход способствует развитию таких качеств, как способность к обоснованному выбору материала для конкретного изделия, умение работать с измерительным оборудованием, навыки командного взаимодействия при проведении экспериментов, готовность представлять и защищать результаты своей работы [8], [15].

Конструктивистский подход опирается на идеи Ж. Пиаже, Л.С. Выготского и Дж. Дьюи и рассматривает обучение как активный процесс самостоятельного конструирования знания самим обучающимся на основе его личного опыта и взаимодействия с окружающей средой [7]. В контексте кружка технической направленности данный подход проявляется в том, что подростки не получают готовую информацию о свойствах материалов, а самостоятельно «открывают» их в ходе экспериментов: выдвигают предположения, проводят испытания, фиксируют результаты, анализируют данные и формулируют выводы. Педагог при этом занимает позицию модератора, создающего условия для исследования и оказывающего поддержку [24].

ВКР УлГУ

Выбор методов обучения в кружках технической направленности определяется спецификой исследовательской деятельности и возрастными особенностями обучающихся 13-14 лет. Рассмотрим методы, соответствующие выбранным подходам:

Метод проектов предполагает организацию деятельности младших подростков по созданию конкретного изделия или решению практической задачи, в ходе которой происходит самостоятельное освоение необходимых знаний и умений [28].

Проблемное обучение предполагает создание на занятиях проблемных ситуаций, требующих от учащихся активной мыслительной деятельности. Например, перед подростком ставится вопрос: «Какой пластик выбрать для детали, которая будет работать в условиях постоянной вибрации»? Поиск ответов на такие вопросы стимулирует познавательную активность и способствует формированию исследовательского мышления [44].

Исследовательский метод предполагает организацию самостоятельной экспериментальной деятельности учащихся по полному циклу: постановка исследовательской задачи, выдвижение гипотезы, планирование и проведение опытов, фиксация и интерпретация результатов, формулирование выводов [24], [25].

Метод конструирования реализуется через создание учащимися моделей или готовых изделий с учетом изученных свойств материалов [10].

Формы организации учебной деятельности:

Фронтальная форма используется на этапе введения в новую тему, при проведении вводного инструктажа по технике безопасности, при объяснении методики проведения эксперимента. Педагог демонстрирует приемы работы с оборудованием, знакомит с алгоритмом выполнения опытов.

Групповая работа является основной формой организации лабораторного практикума. Учащиеся объединяются в малые группы (2-3 человека) для совместного выполнения экспериментов, обсуждения результатов,

ВКР УлГУ

взаимопроверки. Групповая форма способствует развитию коммуникативных умений, навыков сотрудничества и взаимопомощи [15].

Индивидуальная работа применяется при заполнении полученных данных, формулировании выводов, выполнении персональных проектных заданий. Она позволяет каждому учащемуся работать в собственном темпе и получать адресную консультацию педагога.

Практические занятия составляют основное содержание лабораторного практикума. На них подростки работают с образцами материалов, проводят измерения, выполняют испытания, фиксируют результаты.

Защита мини-исследований и проектов является завершающей формой работы. Учащиеся публично представляют результаты своего исследования, обосновывают выбор материала для конкретного изделия, отвечают на вопросы товарищей и педагога. Это способствует развитию рефлексивных и презентационных умений [30].

Эффективность лабораторного практикума во многом определяется качеством используемых средств обучения. Рассмотрим подходящие средства обучеия.

Материальные средства обучения:

- Комплект стандартизированных образцов пластиков;
- Измерительные инструменты: штангенциркуль электронный, весы электронные, линейка металлическая, секундомер;
- Оборудование для механических испытаний: слесарные тиски с рукояткой-рычагом;
- Оборудование для термических испытаний: стол 3D-принтера с регулируемой температурой нагрева;
- Вспомогательное оборудование: пинцет металлический, емкость для воды, защитные очки.

Информационно-цифровые средства обучения:

- Мультимедийные презентации;

ВКР УдГУ

- Интерактивная доска или проектор;
- Обучающий сайт [32].

Дидактические средства обучения:

- Лабораторный журнал (протокол испытаний), содержащий пошаговые инструкции по выполнению опытов, таблицы для фиксации результатов и поля для формулирования выводов.

Мы провели анализ подходов и методов обучения, который показал, что их выбор должен учитывать возрастные особенности обучающихся. Поэтому далее рассмотрим психофизиологические особенности младших подростков.

1.3 Психофизиологические особенности младших подростков

Младший подростковый возраст 13-14 лет является благоприятным периодом для развития исследовательских умений [31]. Учащиеся этого возраста находятся на этапе активного перехода от конкретно-образного к абстрактно-логическому мышлению, что создает предпосылки для организации экспериментальной деятельности, связанной с изучением свойств различных материалов и технических объектов [29].

В физиологическом аспекте данный возраст характеризуется продолжением пубертатного периода, неравномерностью роста и развития сердечно-сосудистой и эндокринной систем. Как отмечал Л.С. Выготский, подростковый возраст отличается повышенной утомляемостью, эмоциональной нестабильностью и импульсивностью, что необходимо учитывать при планировании продолжительности занятий и чередовании видов деятельности [7]. Вместе с тем, по данным Д.Б. Эльконина, именно в этом возрасте происходит интенсивное развитие моторных навыков и координации движений, что особенно важно при выполнении практических операций с различными инструментами и оборудованием [46].

Когнитивное развитие подростков 13-14 лет достигает качественно нового уровня. Согласно теории Ж. Пиаже, в этом возрасте завершается переход от стадии конкретных операций к стадии формальных операций, что выражается в

ВКР УлГУ

способности к гипотетико-дедуктивному мышлению, построению логических умозаключений и оперированию абстрактными понятиями [19]. Как подчеркивал В.В. Давыдов, в подростковом возрасте создаются предпосылки для формирования теоретического мышления, основанного на содержательном анализе и рефлексии [11]. Данные психологические новообразования создают основу для того, чтобы учащийся мог не просто фиксировать наблюдаемые факты в ходе опытов, но и объяснять причины явлений, устанавливать закономерности и прогнозировать результаты [45].

Внимание в подростковом возрасте становится более устойчивым и произвольным. По данным Л. И. Божовича, длительность сосредоточения на учебной задаче возрастает, однако сохраняется зависимость от мотивации и личной заинтересованности [4].

Память подростков приобретает избирательный и логический характер. Как отмечал Д. Б. Эльконин, ведущим становится смысловое запоминание, основанное на установлении логических связей между фактами [46]. Это создает методическую основу для ведения записей наблюдений, в которых учащийся не механически фиксирует данные, а выстраивает причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями.

Мышление характеризуется активным развитием аналитико-синтетической деятельности, способности к сравнению, классификации и обобщению. Согласно исследованиям Л.В. Занкова, подростки демонстрируют возросшую способность к критическому анализу информации и аргументации собственной позиции [16]. В контексте исследовательской деятельности это проявляется в умении сопоставлять результаты испытаний, выявлять корреляции между измеряемыми параметрами и формулировать обоснованные выводы.

Воображение приобретает продуктивный и творческий характер. В подростковом возрасте воображение тесно смыкается с теоретическим мышлением и служит инструментом мысленного моделирования и прогнозирования [7].

ВКР УлГУ

В эмоционально-личностной сфере ведущими новообразованиями являются формирование чувства взрослости, стремление к самостоятельности и потребность в признании достижений. Как подчеркивала Л.И. Божович, подросток остро реагирует на оценку своей деятельности значимыми взрослыми и сверстниками [4]. Педагогически грамотная организация рефлексии способствует формированию устойчивой положительной мотивации к исследовательской деятельности.

Коммуникативная деятельность в подростковом возрасте выдвигается на первый план. В.В. Давыдов отмечал, что интимно-личностное общение со сверстниками становится ведущим типом деятельности [11]. Это определяет высокую эффективность групповых и парных форм работы.

Таблица 1

Изменения познавательных психических процессов у младших подростков

Познавательный процесс	**Особенности в подростковом возрасте**	**Учет в практической деятельности**
Внимание	Произвольное, устойчивое, зависит от мотивации и личностного смысла задачи	Практико-ориентированные задания с очевидной связью с проектным изделием
Память	Преобладание смысловой и логической памяти	Фиксация наблюдений с установлением причинно-следственных связей
Мышление	Развитие абстрактно-логического мышления, способность к анализу, синтезу, сравнению	Сопоставление свойств различных объектов, формулирование обоснованного вывода
Воображение	Продуктивное, используется для моделирования и прогнозирования	Прогнозирование поведения объекта в различных условиях

ВКР УлГУ

Продолжение Таблицы 1

Познавательный процесс	**Особенности в подростковом возрасте**	**Учет в практической деятельности**
Речь	Развитие связной монологической речи, освоение терминологии	Аргументированное представление результатов работы

Таким образом, возраст 13-14 лет является оптимальным для развития исследовательских умений в системе дополнительного образования. Сформированные к этому возрасту познавательные процессы (логическая память, абстрактное мышление, произвольное внимание) в сочетании с высокой познавательной активностью и стремлением к самостоятельности создают фундамент для организации практико-ориентированной исследовательской деятельности. При этом важно учитывать физиологические и эмоциональные особенности подростков: чередовать виды деятельности, обеспечивать педагогическую поддержку, создавать ситуацию успеха и поддерживать позитивный эмоциональный фон на занятиях кружка [4], [7].

Вывод по главе

Проведенный нами теоретический анализ научно-педагогической литературы и нормативно-правовых документов позволил определить основания развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на занятиях в кружках технической направленности.

Нами была раскрыта сущность и структура умения исследовать свойства конструкционных материалов. Под данным умением понимается способность учащегося осознанно и самостоятельно осуществлять комплекс действий, включающих: выявление исследовательской задачи, планирование и проведение эксперимента, фиксацию и интерпретацию результатов, формулирование обоснованных выводов и инженерных решений. Структура умения включает

ВКР УлГУ

пять взаимосвязанных компонентов: когнитивный, деятельностный, мотивационный, коммуникативный и рефлексивный.

Также нами была определена методологическая основа развития исследуемого умения. Выбранные нами подходы: системно-деятельностный, компетентностный и конструктивистский.

Мы выявили, что младший подростковый возраст 13-14 лет является благоприятным периодом для формирования исследовательских умений. В этом возрасте происходит переход от конкретно-образного к абстрактно-логическому мышлению, развивается способность к анализу, синтезу, сравнению и обобщению, возрастает произвольность внимания и смысловой памяти, формируется потребность в самостоятельной познавательной деятельности.

Таким образом, теоретический анализ подтвердил актуальность и педагогическую целесообразность разработки педагогической технологии, направленной на развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся тринадцати-четырнадцати лет на занятиях в кружках технической направленности.

ВКР УлГУ

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. Модернизация учебной программы

Педагогическая технология – это научно обоснованный отбор и системное использование педагогических средств, методов, приёмов и форм организации учебной работы, которые обеспечивают достижение высоких результатов обучения и воспитания при сохранении комфортных условий для всех участников образовательного процесса [3].

Одним из важнейших инструментов, через который технология воплощается на практике, выступает рабочая программа. Она определяет последовательность тем, распределяет время, определяет формы работы и способы проверки результата [6].

В дополнительном образовании дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа является нормативно-методическим документом, который регламентирует содержание, объём, структуру и организационные условия изучения конкретного курса или его модуля [5].

Наша задача: спроектировать педагогическую технологию. Для этого, необходимо проанализировать, выбрать подходящую дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу, и провести её модернизацию под наши требования. Правки будем вносить в модуль «Промышленный дизайн», в рамках которого и будем исследовать развитие выбранного умения у обучающихся 13-14 лет.

Нами был произведен анализ 3-х дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ:

1. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Кванториум 1.0» (ГАНОУ СО «Дворец молодежи», г. Екатеринбург) [14];
2. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Урок технологии. Рост» (ЦДО УдГУ г. Ижевск) [42];

ВКР УдГУ

3. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D моделирование» (ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова, г. Новокуйбышевск) [13];

Результаты анализа дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ представлены в Таблице 2 в ПРИЛОЖЕНИИ А.

За основу возьмем программу Центра довузовского образования Удмуртского государственного университета «Урок технологии. РОСТ». Программа реализуется на базе вуза в формате дополнительного образования и ориентирована на обучающихся подросткового возраста. Рассмотрим методические рекомендации по реализации модуля «Промышленный дизайн».

Планируемые результаты освоения модуля «Промышленный дизайн». По окончании обучения учащийся будет **знать**:

- интерфейс и основные инструменты системы КОМПАС График для выполнения двумерных построений;
- требования, предъявляемые к эскизу для последующего трёхмерного моделирования (замкнутость контура, отсутствие самопересечений, корректная параметризация);
- базовые операции твердотельного моделирования: выдавливание, вращение, вырезание;
- вспомогательные операции и основы поверхностного моделирования;
- технологию подготовки модели к печати на 3D-принтере (выбор ориентации, настройка поддержек, слайсинг);
- последовательность действий при запуске печати и постобработке готового изделия.

По окончании обучения учащийся будет **уметь**:

- выполнять плоские чертежи и эскизы в системе КОМПАС График;
- создавать твердотельные модели средней сложности, используя операции выдавливания, вращения и вырезания;

ВКР УдГУ

- строить комплексные модели, состоящие из нескольких конструктивных элементов;
- экспортировать модель в формат, пригодный для 3D-печати;
- запускать печать изделия на 3D-принтере и контролировать процесс;
- выполнять простейшую постобработку напечатанного прототипа.

По окончании обучения учащийся овладеет **навыками**:

- работы в 2D- и 3D-редакторах системы КОМПАС;
- самостоятельного построения твердотельных моделей по заданным параметрам;
- подготовки модели к печати с учётом конструктивных особенностей изделия;
- безопасной работы с 3D-принтером.

В ходе занятий обучающиеся на практике осваивают полный цикл создания изделия: от эскиза и построения трёхмерной модели в CAD-системе до печати физического прототипа на 3D-принтере. В качестве учебных заданий им предлагается проектирование несложных по форме и конструкции предметов, таких как элементы корпусов, сувенирная продукция, простые детали для сборных конструкций.

Завершается модуль темой «Подготовка модели к печати и печать на 3D-принтере», в рамках которой учащиеся запускают изготовление собственной модели и наблюдают за процессом превращения цифрового объекта в материальный.

Тематический план модуля «Промышленный дизайн» представлен в Таблице 3.

ВКР УлГУ

Таблица 3

Тематический план

Модуль «Промышленный дизайн»

№	Темы	Распределение часов			Формы аттестации/ контроля
		Общее	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Работа в 2D системе КОМПАС График	1	0,5	0,5	Опрос
2	Особенности выполнения эскизов для 3D моделирования	2	1	1	Опрос
3	Основы твердотельного моделирования	2	1	1	Творческая работа
4	Вспомогательные операции Поверхностное моделирование	1	0,5	0,5	Опрос, творческая работа
5	Построение сложных комплексных моделей.	2	1	1	Творческая работа
6	Подготовка моделей к печати на 3D принтере. Печать моделей на 3D принтере	4	1	3	Творческая работа
	Итого:	12	5	7	

ВКР УдГУ

Приведённый тематический план в целом нам подходит, но нуждается в модернизации. В рамках нашего исследования, необходимо включить тестирование на вводном и итоговом занятиях, а также добавить лабораторный практикум.

Проанализировав модуль «Промышленный дизайн», можно сделать вывод, что он недостаточно способствует развитию у обучающихся умения исследовать свойства конструкционных материалов. Между тем, данное умение является профессионально значимым для специалиста, работающего в области промышленного дизайна. Дизайнер проектирует изделие под

конкретные условия эксплуатации: оно должно выдерживать механические нагрузки, перепады температур, контакт с влагой или химическими веществами. Без понимания того, как материал поведёт себя в этих условиях, проект остаётся лишь визуальным решением, непригодным к практическому применению.

В модернизированной нами программе часть теоретических часов была перераспределена в пользу лабораторного практикума.

Разработанная педагогическая технология направлена на развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов, поэтому в программу включены соответствующие методы и приёмы:

- лабораторный эксперимент;
- сравнение;
- приём инженерного обоснования.

Эти методы и приёмы позволяют перевести работу с материалами из ознакомительного формата в исследовательский, что и составляет суть нашей технологии.

В программу также добавлены разработанные нами средства обучения: материальное средство (кейс-контейнер с комплектом стандартизированных образцов пластиков) и электронное средство (обучающий сайт).

Также в число задач модуля нужно добавить задачу: развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов. Это отразится и на планируемых результатах. Теперь обучающийся должен не только уметь создавать 3D-модели и печатать их, но и знать основные физико-механические свойства пластиков для 3D-печати, уметь проводить их сравнительные испытания и делать обоснованный выбор материала для конкретного проектного изделия.

Тематическое планирование модернизированного модуля

«Промышленный дизайн»

1. Вводное занятие. Входное тестирование. Работа в 2D системе КОМПАС График

ВКР УдГУ

2. Знакомство с конструкционными материалами. Особенности выполнения эскизов для 3D-моделирования.
3. Основы твердотельного моделирования. Лабораторный практикум «Паспорт материала».
4. Вспомогательные операции. Поверхностное моделирование. Решение конструкторских задач.
5. Построение сложных комплексных моделей. Решение конструкторских задач.
6. Подготовка моделей к печати на 3D принтере. Печать моделей на 3D принтере. Защита проекта с обоснованием выбора материала. Итоговое тестирование.

Для оценки развития интересующего нас умения мы опирались на трехуровневую шкалу, принятую в педагогических исследованиях, посвящённых формированию исследовательских умений обучающихся (А.И. Савенков, А.Н. Поддьяков) [34], [36]. Применительно к нашему лабораторному практикуму уровни были конкретизированы с учётом его главной цели – научить обучающегося на основе самостоятельно полученных данных обоснованно подбирать материал под конкретную задачу.

Изначально у обучающихся, приходящих в кружок технической направленности, мы можем ожидать либо низкий, либо средний уровень владения измерительными и аналитическими операциями. Далее, по мере прохождения лабораторного практикума и выполнения проектного задания, мы отслеживаем переход на более высокий уровень, что и служит показателем результативности разработанной нами технологии.

Проведенный анализ дополнительных общеразвивающих общеобразовательных программ и модернизация выбранной программы будет основой для разработки и проектирования нашей педагогической технологии.

ВКР УлГУ

2.2. Разработка педагогической технологии

Педагогическая технология в современном понимании представляет собой научно обоснованную, системно организованную совокупность способов, приёмов и средств обучения и воспитания, применение которой гарантирует достижение заранее определённых образовательных результатов [3], [39].

Целью нашей педагогической технологии является развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности.

Разрабатываемая нами педагогическая технология опирается на интеграцию трёх взаимодополняющих методологических подходов, таких как: конструктивистский, системно-деятельностный и компетентностный, каждый из которых реализуется на определённом этапе обучения и выполняет свою функцию.

Конструктивистский подход используется на начальном и основном этапах. Его суть заключается в том, что учащийся не получает готовую информацию, а сам выстраивает понимание свойств материала через непосредственный контакт с образцами, их сравнение и обсуждение с педагогом и сверстниками. Реализуется через объяснительно-иллюстративный, сравнительный, наглядный и демонстрационный методы.

Важными принципами, на которые опирается данный подход в рамках технологии являются:

1. *Принцип активности учащихся.* Знание формируется только в результате собственной познавательной и практической активности обучающегося. Подросток становится субъектом обучения, самостоятельно выстраивающим своё представление об изучаемом материале [7].
2. *Принцип наглядности.* Учебная информация должна быть представлена через визуальные, графические и материальные образы, что значительно облегчает её восприятие, осмысление и запоминание [7]. В нашем случае наглядность обеспечивается реальными образцами пластиков, помещёнными в кейс-контейнер.

ВКР УдГУ

3. *Принцип демонстрации.* Освоение нового материала сопровождается предварительным показом образца, приёма или действия. Педагог сначала сам показывает, как правильно измерить толщину пластины штангенциркулем или как закрепить образец в тисках, и только потом предлагает учащимся повторить действие [2].
4. *Принцип активного вовлечения.* Учебный процесс должен включать подростка в различные формы коллективной и индивидуальной деятельности, стимулировать инициативу и самостоятельность. На занятиях это достигается через постоянное чередование фронтального обсуждения, работы в парах и индивидуального выполнения опытов [15], [35].

Системно-деятельностный подход применяется на основном этапе технологии – когда обучающиеся планируют и проводят эксперименты по исследованию свойств конструкционных материалов, фиксируют и анализируют полученные данные, делают выводы и формулируют обобщения.

Принципы системно-деятельностного подхода, реализованные в нашей технологии:

1. *Принцип деятельности.* Обучение рассматривается как целенаправленная деятельность обучающегося, в ходе которой дети самостоятельно добывают знания [1].
2. *Принцип самостоятельного поиска и построения знаний.* Усвоение нового материала осуществляется посредством решения проблемных задач, проверки гипотез и анализа полученных результатов. Например, учащиеся самостоятельно выдвигают предположение о том, какой пластик окажется наиболее термостойким, и проверяют его в ходе опыта [24].
3. *Принцип анализа и обобщения.* Учебный процесс направлен на развитие способности учащихся к осмыслению своей деятельности, выделению ключевых признаков, выявлению закономерностей и формулированию обобщений [30].

ВКР УлГУ

Компетентностный подход реализуется на заключительном проектном этапе. Его суть заключается в переносе акцента с объёма усвоенных теоретических знаний на способность обучающегося применять эти знания в реальной практической ситуации. Важным становится умение самостоятельно выбрать подходящий материал для конкретного изделия и обосновать этот выбор результатами собственных испытаний.

Принципы компетентностного подхода, реализуемые в нашей технологии:

1. *Принцип формирования универсальных компетенций* заключается в формировании навыков и знаний для продолжения профессиональной подготовки по любому выбранному обучающимся направлению с учетом ситуации на рынке труда и собственными предпочтениями. [44].
2. *Принцип рефлексии*. Учащийся должен не только выполнить действие, но и осмыслить его: почему получился именно такой результат, что можно было сделать иначе, как это пригодится в дальнейшем [16].
3. *Принцип самостоятельности* реализуется на этапе выполнения проектной работы. Учащийся, опираясь на результаты испытаний, самостоятельно выбирает материал для своего изделия, а в ходе публичной защиты аргументированно обосновывает этот выбор [44].

В рамках компетентностного подхода оценивается образовательный результат, выраженный в форме компетенции. Применительно к нашему лабораторному практикуму такой компетенцией выступает умение исследовать свойства конструкционных материалов, которое проявляется в способности учащегося:

- спланировать и провести элементарное испытание материала по заданной методике;
- зафиксировать и обработать полученные данные;
- сравнить свойства нескольких материалов между собой;
- сделать аргументированный вывод о пригодности того или иного пластика для конкретного проектного изделия.

Ведущими методами в разработанной технологии выступают:

ВКР УлГУ

- Объяснительно-иллюстративный метод – применяется на этапе введения теоретических знаний: педагог объясняет, что понимается под плотностью, жёсткостью, термостойкостью материала, сопровождая объяснение демонстрацией слайдов и реальных образцов из кейс-контейнера.
- Практический метод – реализуется через выполнение учащимися конкретных измерительных и испытательных действий: работа со штангенциркулем, взвешивание на электронных весах, закрепление образца в тисках, управление нагревом стола 3D-принтера.
- Лабораторный эксперимент – является центральным методом, вокруг которого выстраивается вся технология. Учащиеся самостоятельно (под наблюдением педагога) проводят серию опытов, фиксируют результаты в лабораторном журнале, сравнивают показатели разных материалов и формулируют выводы.

Развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов будет происходить по уровням:

1 уровень (репродуктивный) – умение называть основные типы пластиков для 3D-печати, описывать их внешние признаки, соблюдать правила безопасной работы с оборудованием (когнитивный, мотивационный компоненты умения).

2 уровень (аналитический) – умение проводить количественные испытания материалов по заданной методике и сравнивать полученные показатели (деятельностный, коммуникативный компоненты умения).

3 уровень (проектный) – умение выбирать и обосновывать выбор материала для конкретной задачи или проектного изделия (рефлексивный, коммуникативный компоненты умения).

Разработанная педагогическая технология включает три взаимосвязанных этапа, последовательное прохождение которых обеспечивает достижение запланированного образовательного результата.

1. Начальный этап (1 уровень) – Знакомство с конструкционными материалами

ВКР УдГУ

Цель данного этапа – познакомить обучающихся с основными типами конструкционных материалов, применяемых в 3D-печати, пробудить интерес к теме, заложить базовые знания, необходимые для дальнейшей экспериментальной работы.

Содержание работы на начальном этапе строится вокруг непосредственного контакта обучающихся с образцами из кейс-контейнера. Сначала преподаватель знакомит детей с существующими видами пластиков и наглядно демонстрирует каждый. После этого подростки поочерёдно берут пластины в руки, определяя на ощупь характер поверхности – гладкая, шероховатая или бархатистая. Затем они попарно сравнивают образцы по весу, выдвигая предположения о том, какой пластик тяжелее, и проверяют свои догадки с помощью электронных весов. Под руководством педагога осваивается работа со штангенциркулем: измеряются длина, ширина и толщина каждого образца, результаты заносятся в лабораторный журнал.

Методы: объяснительно-иллюстративный, демонстрационный, наглядный, сравнительный анализ, беседа (для активизации имеющихся знаний и представлений).

Формы: фронтальная, парная.

Средства: кейс-контейнер с образцами пластиковых пластин, презентация.

2. Основной этап (2 уровень) – Исследование свойств конструкционных материалов.

Цель основного этапа – развитие умения самостоятельно исследовать физико-механические свойства конструкционных материалов с использованием лабораторного оборудования, фиксировать и интерпретировать полученные данные.

Данный этап будет направлен на практическое исследование свойств конструкционных материалов с использованием лабораторного оборудования. Будут проведены такие опыты как: «Определение плотности материала», «Испытание на сжатие», «Определение термостойкости».

ВКР УлГУ

Все результаты заносятся в сводную таблицу лабораторного журнала. По завершении практикума учащиеся имеют полную картину свойств всех исследуемых пластиков и могут сравнивать их между собой по каждому параметру.

Методы: лабораторный эксперимент, практическая работа, наблюдение, сравнение, анализ данных.

Формы: фронтальная, парная, индивидуальная.

Средства: кейс-контейнер с комплектом образцов пластиковых пластин, штангенциркуль, электронные весы, слесарные тиски, 3D-принтер с подогреваемым столом, пинцет, секундомер, лабораторный журнал, защитные очки, обучающий сайт.

3. Заключительный проектный этап (3 уровень)

Цель заключительного этапа – применение полученных знаний и исследовательских умений при решении конструкторских задач и выполнении индивидуального проектного задания.

В рамках данного этапа учащимся предлагается решить конструкторские задачи и выполнить одно из проектных изделий (например, закладку для книги с отгибающейся частью или брелок для ключей). Задача подростка – опираясь на данные своего лабораторного журнала, решить задачи и выбрать оптимальный пластик для своего изделия, аргументированно защитив этот выбор перед группой.

В ходе защиты учащийся должен ответить на вопросы:

- Какие требования предъявляются к изделию в процессе его эксплуатации?
- Какие свойства материала являются критически важными для данного изделия?
- Какие результаты опытов подтверждают, что выбранный пластик соответствует этим требованиям?

Методы: проектный метод, рефлексивный метод (анализ и оценка своей работы), метод презентации.

ВКР УлГУ

Формы: индивидуальная работа, публичная защита перед группой, фронтальное обсуждение.

Средства: лабораторный журнал со сводной таблицей результатов испытаний, образцы проектных изделий, кейс-контейнер с образцами пластиков, обучающий сайт.

Результативно-оценочный блок:

Для определения эффективности внедряемой педагогической технологии развития умения исследовать свойства конструкционных материалов, мы будем использовать следующую систему оценки результатов:

- Наблюдение за деятельностью учащихся на каждом этапе работы.
- Лабораторные эксперименты с заданными критериями.
- Проектная защита, где учащийся аргументирует выбор материалов и обосновывает свои решения.

Схема педагогической технологии представлена на Схеме 1.

ВКР УлГУ

Схема 1

Схема педагогической технологии



ВКР МГУ

Продолжение Схемы 1



ВКРУлГУ

Сводная таблица компонентов педагогической технологии представлена в Таблице 4 в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

Разработанная педагогическая технология определила логику и содержание обучения, для ее реализации будут созданы материальное и электронное средства обучения.

2.3 Проектирование средств обучения

Средства обучения – это совокупность материальных и идеальных объектов, которые используются педагогом и учащимися в образовательном процессе для достижения поставленных дидактических целей. Они выступают в роли носителей учебной информации, инструментов познавательной деятельности и практического воздействия на предмет изучения [2].

Как отмечает Ю.К. Бабанский, средства обучения – это "инструменты педагогического труда, с помощью которых достигаются цели обучения и воспитания"[2].

Особенностью нашей педагогической технологии является применение на занятиях комплексного средства обучения.

При проектировании средств обучения для обучающихся 13-14 лет на занятиях в дополнительном образовании, ориентированных на формирование умения исследовать свойства конструкционных материалов, необходимо учитывать ряд требований. Эти требования гарантируют эффективность применения средств в образовательном процессе и их соответствие целям нашей педагогической технологии [5].

Средство обучения должно:

1. Способствовать развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.

2. Использовать безопасные материалы и методы работы, исключающие возможность травм или отравлений для обучающихся.

3. Иметь низкую себестоимость и отпускную цену при высоком качестве и долговечности.

ВКР УлГУ

4. Позволять проводить простые эксперименты для проверки и демонстрации свойств материалов.

5. Вызывать интерес и любознательность у учащихся, стимулировать их к дальнейшему изучению темы.

6. Подходить для различных форм организации учебной деятельности.

7. Учитывать рациональную методику преподавания, методы и формы обучения, организацию деятельности преподавателя и обучающихся.

8. Соответствовать психофизиологическим закономерностям обучения.

Для начала необходимо проанализировать имеющиеся аналоги материальных и электронных средств обучения.

Аналоги материального средства обучения:

1. «Виртуальная лаборатория сопротивления материалов» от SUNSPIRE [38].



Рисунок 1. «Виртуальная лаборатория сопротивления материалов»

Программный продукт предназначен для имитационного выполнения лабораторных работ из курса сопротивления материалов. В числе доступных экспериментов: испытание образцов материалов на растяжение, сжатие, кручение, определение постоянных изотропных материалов и другие.

Достоинства:

ВКР МГУ

- Безопасность: Исключена возможность травм или отравлений.
- Возможность проведения сложных экспериментов: Можно моделировать процессы, которые сложно или невозможно осуществить в реальной лаборатории.
- Визуализация: Наглядное представление результатов экспериментов.
- Возможность повторения: Можно многократно повторять эксперимент с разными параметрами.

Недостатки:

- Отсутствие тактильного опыта: Нет возможности ощутить материалы на ощупь.
- Ограниченная реалистичность: Моделирование не всегда полностью соответствует реальности.
- Зависимость от программного обеспечения и оборудования: Требуется специализированное программное обеспечение и компьютер.
- Возможность потери интереса: Отсутствие реального взаимодействия с материалами.
- Не нацелены на возраст 13-14 лет.

2. Интерактивные симуляторы обработки материалов:

Nanjing Swan Software Technology Company специализируется на разработке визуальных программ в различных сферах промышленности [9].



Рисунок 2. «Интерактивные симуляторы обработки материалов»

ВКР УлГУ

Программное обеспечение, имитирующее процесс обработки материалов. Позволяет пользователю управлять параметрами процесса и наблюдать за результатом.

Достоинства:

- Обучение в безопасной среде: Возможность практиковаться в различных технологических процессах без риска повреждения оборудования или материалов.
- Контроль параметров: Возможность изменять параметры процесса и наблюдать за их влиянием на результат.
- Оптимизация процессов: Экспериментирование с различными режимами работы для достижения наилучших результатов.

Недостатки:

- Отсутствие реального опыта: не заменяет реальной работы с оборудованием и материалами.
- Упрощенное моделирование: может не учитывать все факторы, влияющие на процесс.
- Зависимость от программного обеспечения и оборудования: требуется специализированное программное обеспечение и компьютер.
- Высокая стоимость.
- Не нацелены на школьную программу и возраст детей.

ВКР УлГУ

3. Комплект лабораторного оборудования «Вещества и их свойства» [37].



Рисунок 3. «Вещества и их свойства»

Набор лабораторного оборудования предназначен для изучения физических свойств веществ (плотность, твердость и пластичность, теплопроводность, магнитные свойства, растворимость в воде), позволяет исследовать смеси и способы их разделения, фазовые изменения вещества и изменения вещества вследствие химических процессов. В состав также входят конструкционные материалы такие как: алюминий, железо, стекло, резина, дерево, фарфор, пластик.

Достоинства:

- Тактильный опыт: Возможность ощутить материалы на ощупь, оценить их вес, текстуру.
- Визуальное сравнение: Сравнение материалов по цвету, форме, размеру.
- Наглядность: Четкое представление о разнообразии конструкционных материалов.
- Возможность классификации: Учащиеся могут классифицировать материалы по различным признакам.

Недостатки:

- Ограниченность информации: Этикетки могут содержать только ограниченный объем информации.

ВКР УлГУ

- Отсутствие возможности проведения экспериментов: Нельзя исследовать свойства материалов в динамике.
- Безопасность: Необходимо соблюдать осторожность при работе с некоторыми материалами (например, хрупкими или острыми).
- Стоимость: 1 набор образцов стоит 143 тыс. руб.

4. Конструкторы из различных материалов.



Рисунок 4. Конструкторы из различных материалов

Наборы деталей из различных материалов, позволяющие собирать модели и конструкции.

Достоинства:

- Практический опыт: Учащиеся могут создавать реальные конструкции.
- Демонстрация свойств в действии: Возможность увидеть, как свойства материала влияют на прочность и функциональность конструкции.

Недостатки:

- Ограниченный выбор материалов: Обычно используется дерево, пластмасса и иногда металл.
- Недостаточная теоретическая база: Мало внимания уделяется изучению свойств материалов как таковых.
- Не всегда подходит для изучения специфических свойств.

ВКР УДГ

5. Иллюстрационные плакаты



Рисунок 5. Иллюстрационные плакаты

Достоинства:

- Безопасность: Плакаты абсолютно безопасны в использовании.
- Низкая себестоимость: Плакаты являются относительно недорогим средством обучения.
- Визуальная стимуляция: Плакаты содержат изображения, схемы и графики, которые позволяют учащимся визуально воспринимать информацию о материалах.

Недостатки:

- Плакаты не способствуют активному развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов.
- Плакаты не позволяют проводить эксперименты для проверки и демонстрации свойств материалов.
- Плакаты могут быть недостаточно интересными и увлекательными для учащихся.
- Плакаты не обеспечивают тактильной стимуляции. Учащиеся не могут ощутить текстуру, вес и другие характеристики материалов.

ВКР УлГУ

Аналоги электронного средства обучения

6. Сайт «Виды пластика – типы, маркировка и особенности» [37].

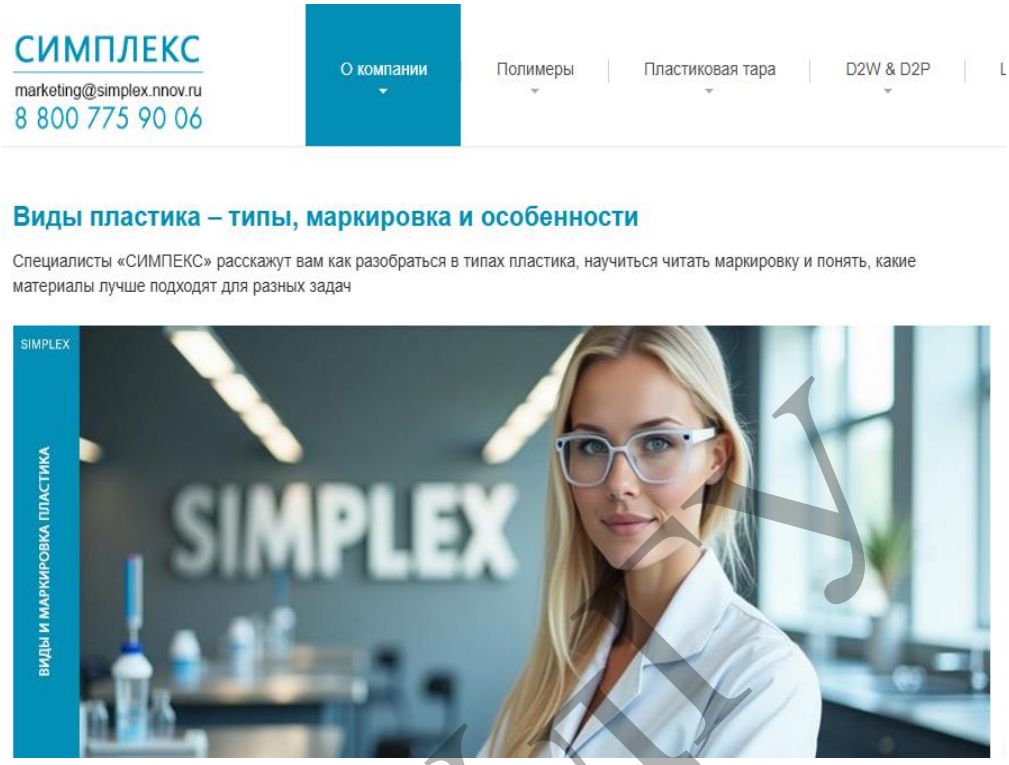


Рисунок 6. Сайт «Виды пластика – типы, маркировка и особенности»

Данный интернет-ресурс представляет собой информационно-справочный сайт, посвящённый классификации, маркировке и свойствам различных видов пластиков. Материал структурирован по разделам: основные виды пластика и их деление на термопласты и реактопласты, инженерные пластики и пластмассы общего назначения, биопластики, система маркировки с расшифровкой цифровых и буквенных кодов, а также практические рекомендации по выбору безопасных материалов для пищевых целей.

Достоинства:

- Представлен широкий спектр видов пластмасс
- Описаны типы материалов и их характеристики
- Дана информация о свойствах различных видов пластика

Недостатки:

- Нет системы подачи материала для детей (сайт не предназначен для обучения детей)

ВКР УлГУ

- Отсутствуют интерактивные элементы обучения
- Отсутствует структурированность для образовательного процесса

7. Сайт «Пластмасса. Свойства пластмассы» [38].

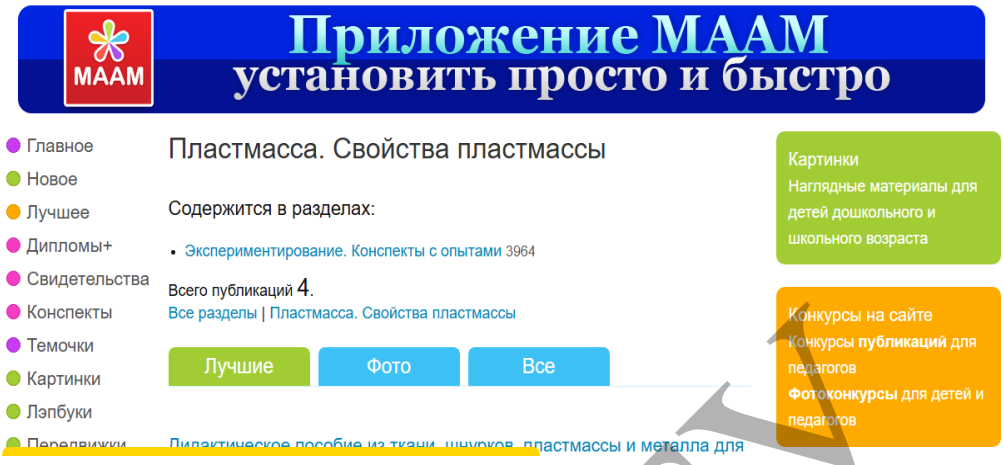


Рисунок 7. Сайт «Пластмасса. Свойства пластмассы»

Данный ресурс представляет собой не классический сайт, а крупный тематический раздел на международном образовательном портале MAAM.RU, адресованный педагогам дошкольного и школьного образования . В разделе собраны конспекты занятий, дидактические игры и методические разработки, посвящённые знакомству детей со свойствами пластмассы. Среди материалов можно найти сценарии опытов, направленных на сравнение свойств пластмассы со стеклом, металлом, деревом и тканью.

Достоинства:

- Понятный и яркий интерфейс
- Сайт содержит несколько разделов

Недостатки:

- Предназначен для детей дошкольного и младшего школьного возраста
- Мало информации конкретно о видах, характеристиках пластмасс

ВКР УлГУ

8. Сайт «Пластмассы» [37].

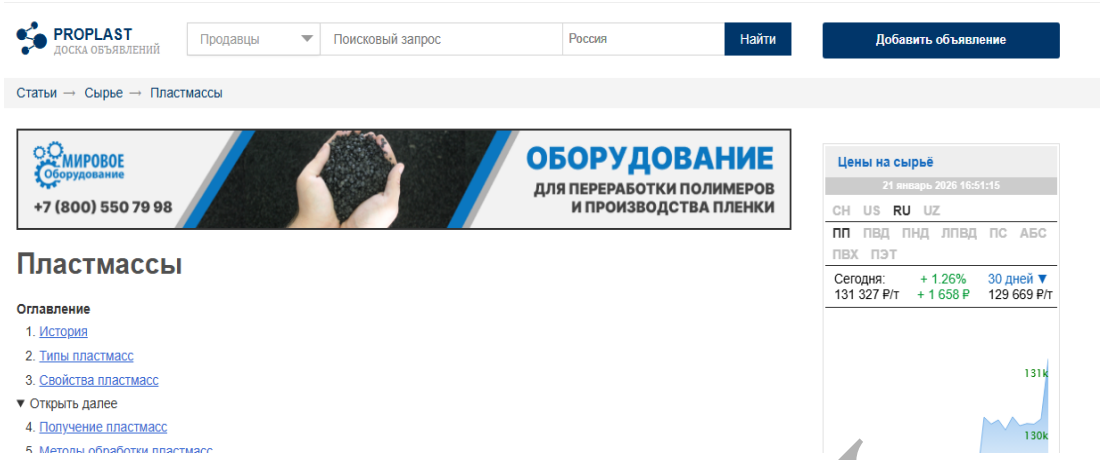


Рисунок 8. Сайт «Пластмассы»

Данный ресурс представляет собой информационно-справочный сайт, посвящённый полимерным материалам. Материал охватывает широкий круг вопросов: историю появления пластмасс, их типы (термопласты, реактопласты, газонаполненные пластмассы), основные физико-механические свойства, методы получения и переработки, систему международной маркировки, а также проблемы утилизации и воздействия на окружающую среду.

Достоинства:

- Детальное описание различных типов пластмасс
- Подробные характеристики материалов
- Информация о маркировке и переработке
- Есть исторические данные

Недостатки:

- Нет системы подачи материала для обучения
- Отсутствует последовательность изучения
- Недостаточно наглядных материалов
- Непривлекательный дизайн для целевой аудитории

Проанализировав аналоги, их достоинства и недостатки, мы будем разрабатывать свое средство обучения, состоящее из материального и электронного.

ВКР УлГУ

Разработанное нами средство обучения состоит из: кейс-контейнера с комплектом стандартизированных образцов пластиков и лабораторного журнала для фиксации результатов испытаний.



Рисунок 9. Кейс-контейнер и лабораторный журнал

1. Кейс-контейнер с комплектом стандартизированных образцов пластиков

Многоразовый набор образцов различных видов пластмасс (ABS, PLA, HIPS, SBS, PETG и другие). Каждый "Кейс" будет предназначен для работы одной пары обучающихся. Он позволит детям систематически исследовать и анализировать свойства различных видов пластиков.

ВКР УлГУ



Рисунок 10. Состав кейса-контейнера

Состав кейса-контейнера для исследования свойств пластмасс: образцы материалов: 5 пластин (размер: 50×30 мм, толщина: 3 мм, форма: прямоугольная) из разных пластиков (ABS, PLA, HIPS, SBS, PETG), три готовых изделия, напечатанных на 3D-принтере: закладка для книги с отгибающейся частью, брелок для ключей и мебельная заглушка для стула. Эти изделия выполняют роль наглядных примеров практического применения исследуемых материалов.

Все пластины имеют одинаковые форму и размеры для точности экспериментов, они созданы с помощью КОМПАС-3D и распечатаны на 3D-принтере.

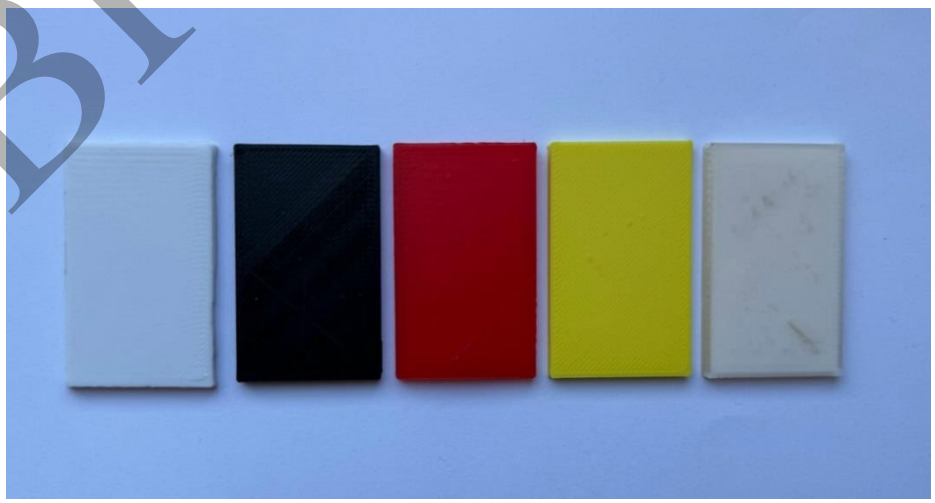


Рисунок 11. Пластиковые пластины

ВКР УлГТУ

2. Лабораторный журнал для фиксации результатов испытаний



Рисунок 12. Лабораторный журнал

Это сброшюрованные листы формата А4, содержащие ход работы с пошаговыми инструкциями к каждому опыту, сводную таблицу для занесения результатов по всем пяти пластикам и поле для формулирования итогового вывода. Журнал построен так, что учащийся последовательно заполняет ячейки таблицы по мере выполнения опытов со всеми образцами. К концу практикума таблица заполнена полностью, и подросток видит перед собой полную картину свойств всех материалов.

ВКР УдГУ

Содержание лабораторного журнала:



Свойства пластиков для 3D-печати

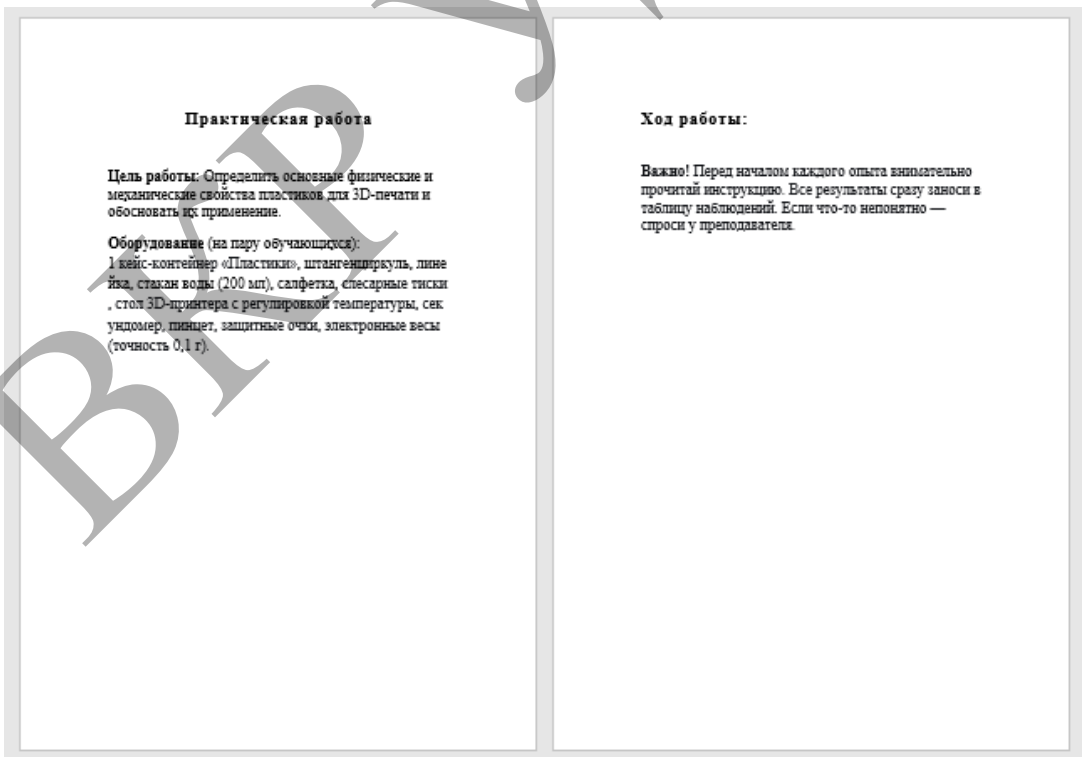
Лабораторный журнал

Ф.И. обучающегося_____

«Свойства пластиков для 3D-печати»

PLA • ABS • HIPS • SBS • ABS++

Рисунок 13. Содержание лабораторного журнала



Практическая работа

Цель работы: Определить основные физические и механические свойства пластиков для 3D-печати и обосновать их применение.

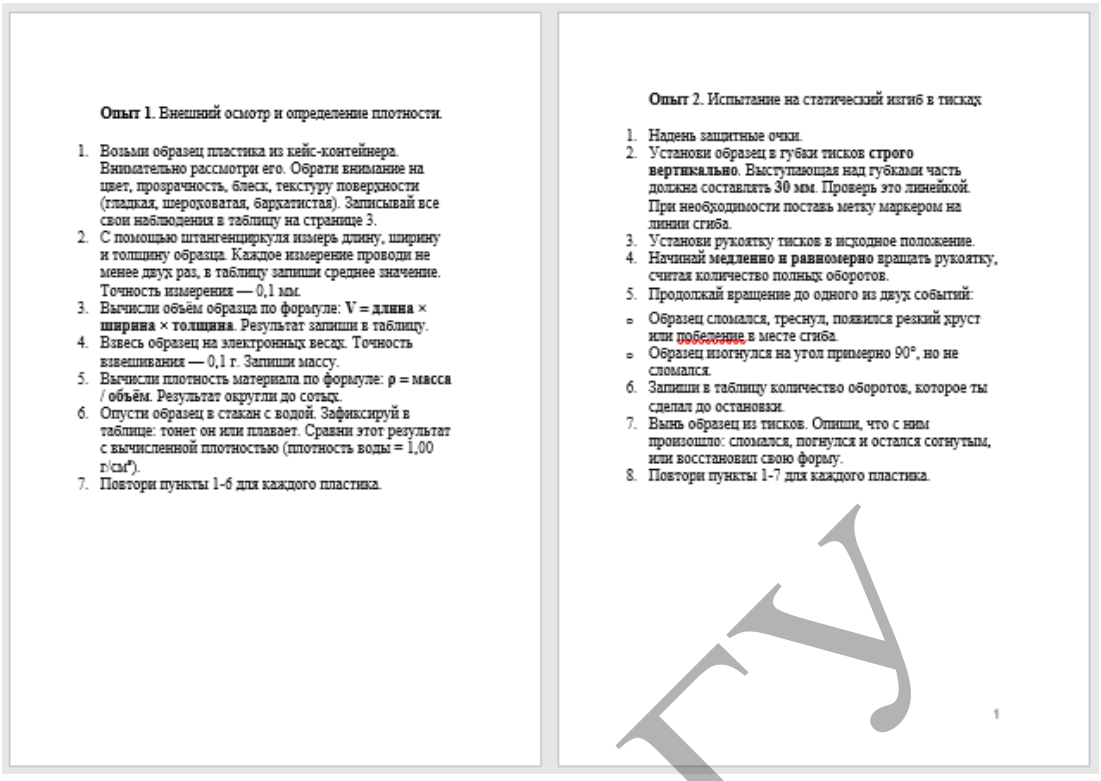
Оборудование (на пару обучающихся):
1 кейс-контейнер «Пластики», штангенциркуль, линейка, стакан воды (200 мл), салфетка, слесарные тиски, стол 3D-принтера с регулировкой температуры, секундомер, пинцет, защитные очки, электронные весы (точность 0,1 г).

Ход работы:

Важно! Перед началом каждого опыта внимательно прочитай инструкцию. Все результаты сразу заноси в таблицу наблюдений. Если что-то непонятно — спроси у преподавателя.

Рисунок 14. Содержание лабораторного журнала

ВГР УлГУ



Опыт 1. Внешний осмотр и определение плотности.

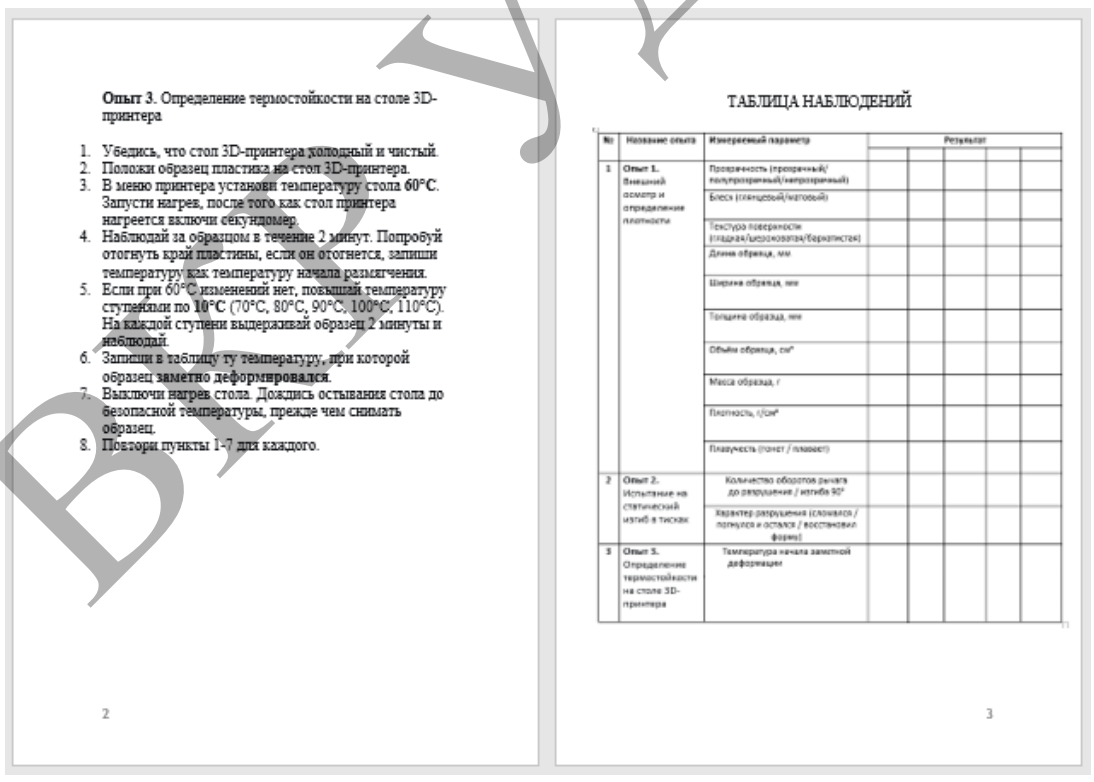
1. Возьми образец пластика из кейс-контейнера. Внимательно рассмотри его. Обрати внимание на цвет, прозрачность, блеск, текстуру поверхности (гладкая, шероховатая, бархатистая). Записывай все свои наблюдения в таблицу на странице 3.
2. С помощью штангенциркуля измерь длину, ширину и толщину образца. Каждое измерение проводи не менее двух раз, в таблицу запиши среднее значение. Точность измерения — 0,1 мм.
3. Вычисли объём образца по формуле: **V = длина × ширина × толщина**. Результат запиши в таблицу.
4. Взвесь образец на электронных весах. Точность взвешивания — 0,1 г. Запиши массу.
5. Вычисли плотность материала по формуле: **ρ = масса / объём**. Результат округли до сотых.
6. Опусти образец в стакан с водой. Зафиксируй в таблице: тонет он или плавает. Сравни этот результат с вычисленной плотностью (плотность воды = 1,00 г/см³).
7. Повтори пункты 1-6 для каждого пластика.

Опыт 2. Испытание на статический изгиб в тисках

1. Надень защитные очки.
2. Установи образец в губки тисков **строго вертикально**. Выступающая над губками часть должна составлять **30 мм**. Проверь это линейкой. При необходимости поставь метку маркером на линии сгиба.
3. Установи рукоятку тисков в исходное положение.
4. Начинай **медленно и равномерно** вращать рукоятку, считая количество полных оборотов.
5. Продолжай вращение до одного из двух событий:
   - Образец сломался, треснул, появился резкий хруст или побеление в месте сгиба.
   - Образец изогнулся на угол примерно 90°, но не сломался.
6. Запиши в таблицу количество оборотов, которое ты сделал до остановки.
7. Вынь образец из тисков. Опиши, что с ним произошло: сломался, погнулся и остался согнутым, или восстановил свою форму.
8. Повтори пункты 1-7 для каждого пластика.

1

Рисунок 15. Содержание лабораторного журнала



Опыт 3. Определение термостойкости на столе 3D-принтера

1. Убедись, что стол 3D-принтера холодный и чистый.
2. Положи образец пластика на стол 3D-принтера.
3. В меню принтера установи температуру стола **60°C**. Запусти нагрев, после того как стол принтера нагреется включи секундомер.
4. Наблюдай за образцом в течение 2 минут. Попробуй отогнуть край пластины, если он отогнется, запиши температуру как температуру начала размягчения.
5. Если при 60°C изменений нет, повышай температуру ступенями по **10°C** (70°C, 80°C, 90°C, 100°C, 110°C). На каждой ступени выдерживай образец 2 минуты и наблюдай.
6. Запиши в таблицу ту температуру, при которой образец **заметно деформировался**.
7. Выключи нагрев стола. Дождись остывания стола до безопасной температуры, прежде чем снимать образец.
8. Повтори пункты 1-7 для каждого.

2

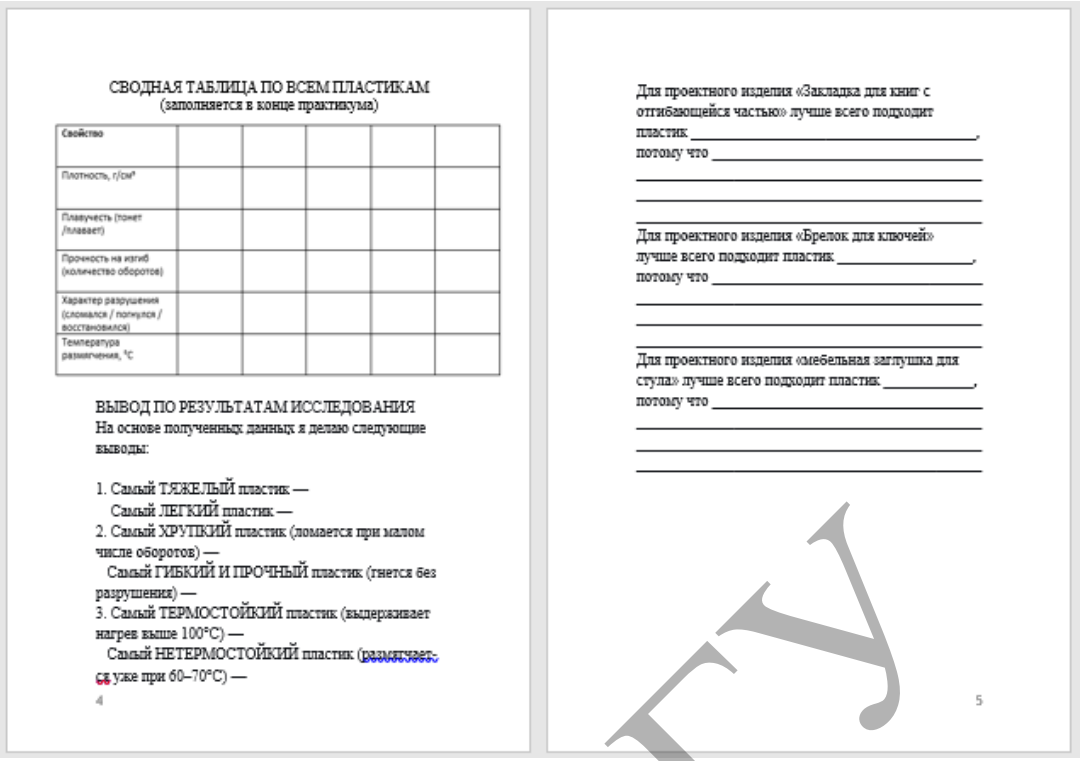
ТАБЛИЦА НАБЛЮДЕНИЙ

№	Название опыта	Измеряемый параметр	Результат				
1	Опыт 1. Внешний осмотр и определение плотности	Прозрачность (прозрачный/полупрозрачный/непрозрачный)					
		Блеск (глянцевый/матовый)					
		Текстура поверхности (гладкая/шероховатая/бархатистая)					
		Длина образца, мм					
		Ширина образца, мм					
		Толщина образца, мм					
		Объём образца, см³					
		Масса образца, г					
		Плотность, г/см³					
		Плавучесть (тонет / плавает)					
2	Опыт 2. Испытание на статический изгиб в тисках	Количество оборотов рычага до разрушения / изгиба 90°					
		Характер разрушения (сломался / погнулся и остался / восстановил форму)					
3	Опыт 3. Определение термостойкости на столе 3D-принтера	Температура начала заметной деформации					

3

Рисунок 16. Содержание лабораторного журнала

ВГУДТУ



СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПО ВСЕМ ПЛАСТИКАМ
(заполняется в конце практикума)

Свойство					
Плотность, г/см³					
Плавучесть (тонет /плавает)					
Прочность на изгиб (количество оборотов)					
Характер разрушения (сломался / погнулся / восстановился)					
Температура размягчения, °C					

ВЫВОД ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ
На основе полученных данных я делаю следующие выводы:

1. Самый ТЯЖЕЛЫЙ пластик —
   Самый ЛЕГКИЙ пластик —
2. Самый ХРУПКИЙ пластик (ломается при малом числе оборотов) —
   Самый ГИБКИЙ И ПРОЧНЫЙ пластик (гнется без разрушения) —
3. Самый ТЕРМОСТОЙКИЙ пластик (выдерживает нагрев выше 100°C) —
   Самый НЕТЕРМОСТОЙКИЙ пластик (размягчается уже при 60–70°C) —

4

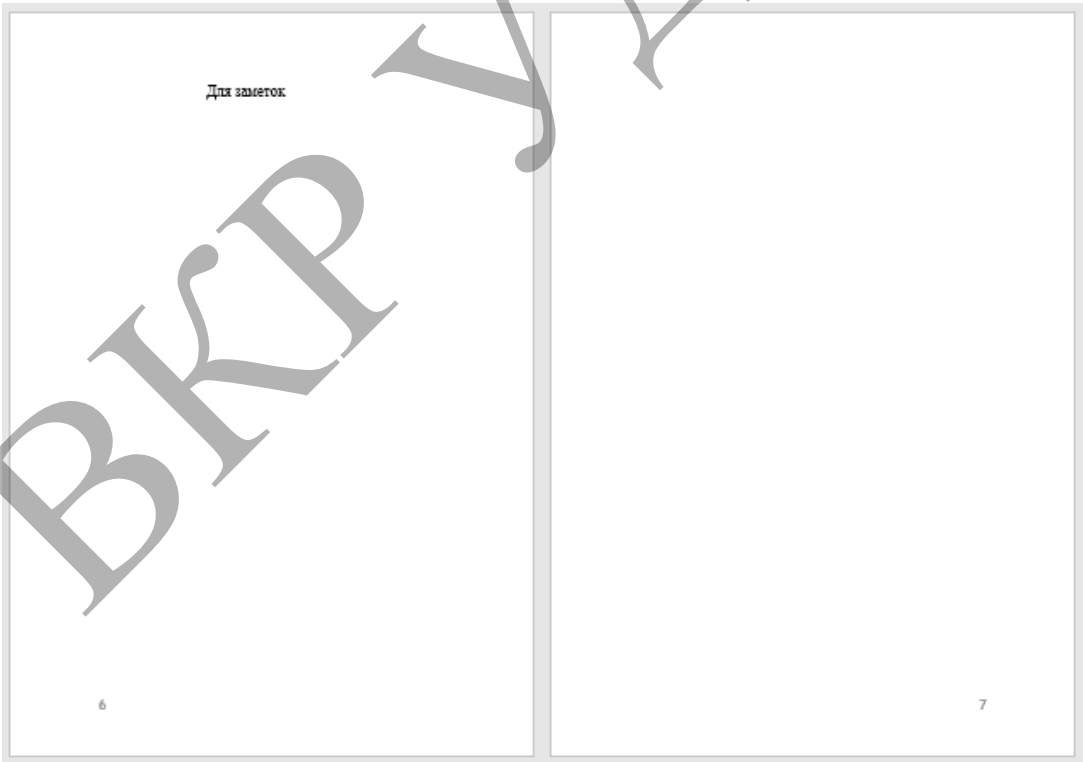
Для проектного изделия «Закладка для книг с отгибающейся частью» лучше всего подходит пластик _____,
потому что _____
_____
_____
_____

Для проектного изделия «Брелок для ключей» лучше всего подходит пластик: _____,
потому что _____
_____
_____
_____

Для проектного изделия «мебельная заглушка для стула» лучше всего подходит пластик _____,
потому что _____
_____
_____
_____

5

Рисунок 17. Содержание лабораторного журнала



Для заметок

6

7

Рисунок 18. Содержание лабораторного журнала

ВКР УДГУ

Описание разрабатываемого электронного средства обучения

Помимо материального средства обучения нами будет использоваться электронное средство обучения – обучающий сайт «Пластики» [32]. Сайт должен быть интуитивно понятным и приятным взгляду для пользователя.

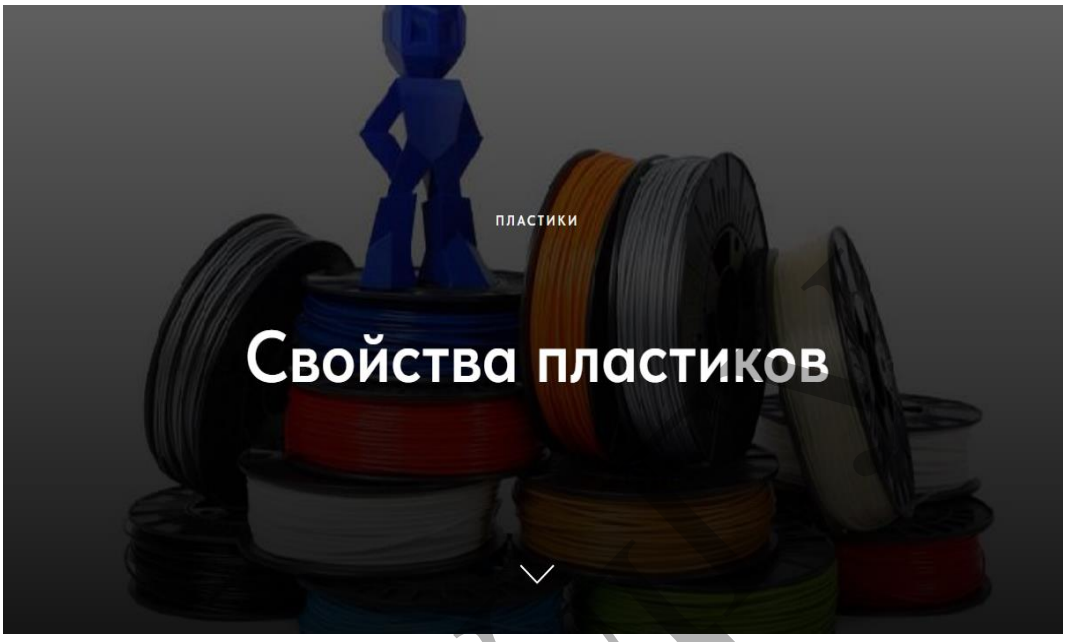


Рисунок 19. Обучающий сайт

Сайт будет состоять из четырех разделов: «Виды пластиков», «Видеоматериалы», «Конструкторские задачи» и «Сводная таблица материалов».

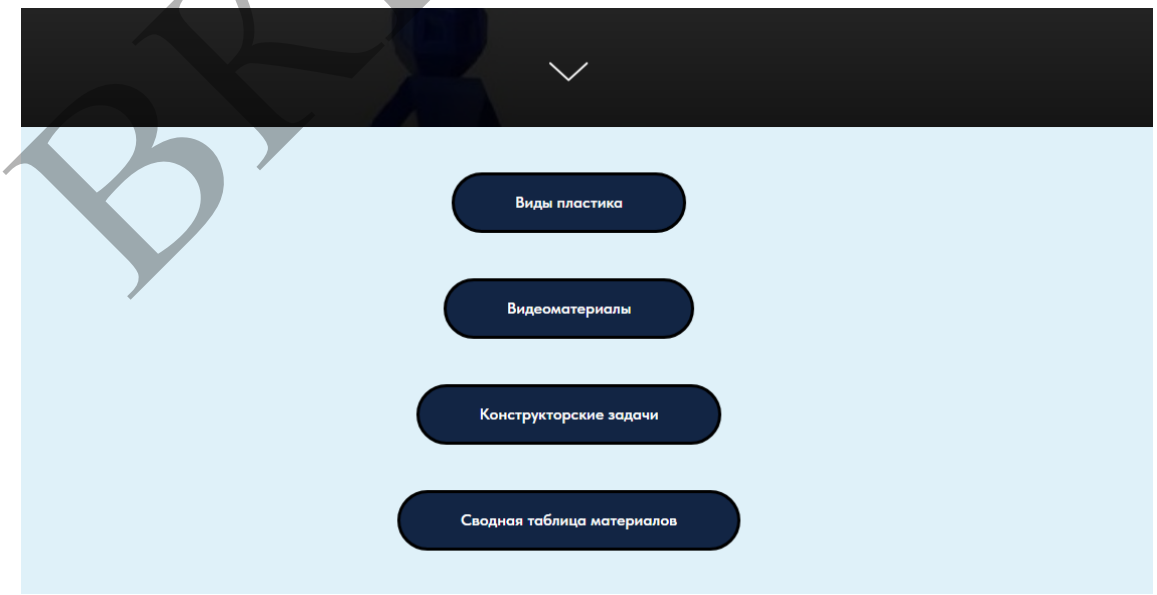


Рисунок 20. Разделы сайта

ВКРУА

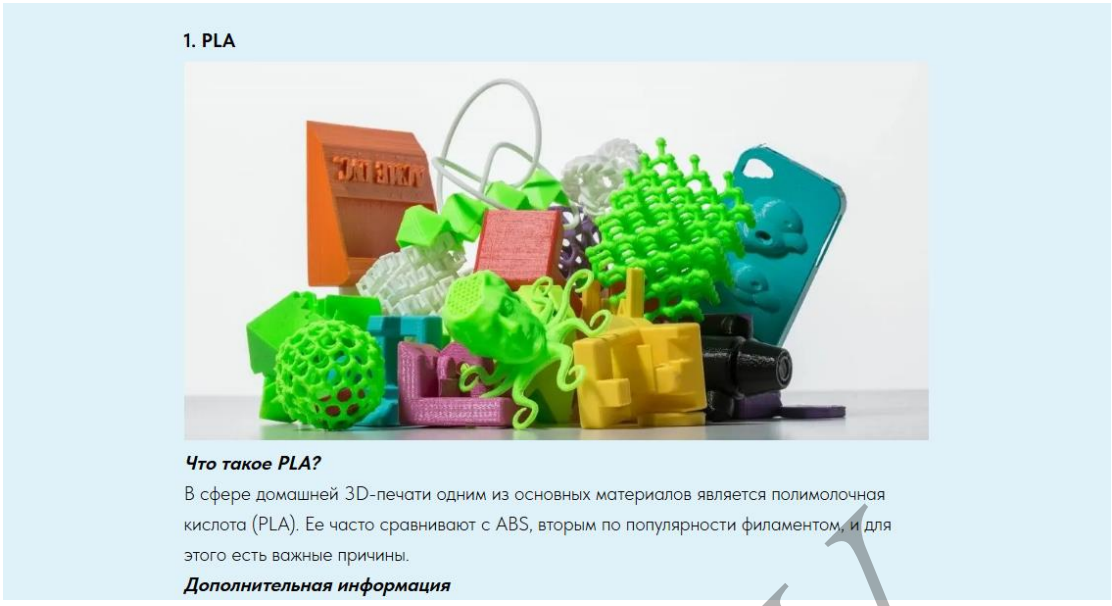


Рисунок 21. Раздел «Виды пластиков»

Раздел «Виды пластиков» содержит справочную информацию о различных видах пластиков. Для каждого материала приведены основные характеристики, типичные области применения, а также фотографии готовых изделий, напечатанных из данного пластика. Обучающийся может обратиться к этому разделу на любом этапе обучения, чтобы уточнить фактические данные о материале.



Рисунок 22. Раздел «Видеоматериалы»

ВКР УлГУ

В данном разделе, дети могут познакомиться с применением и обработкой различных видов пластиков и изделий из них.



Рисунок 23. Раздел «Конструкторские задачи»

Раздел «Конструкторские задачи» содержит набор заданий, требующих от учащегося применения полученных знаний о свойствах материалов. Задачи построены по принципу выбора материала под заданные условия эксплуатации.

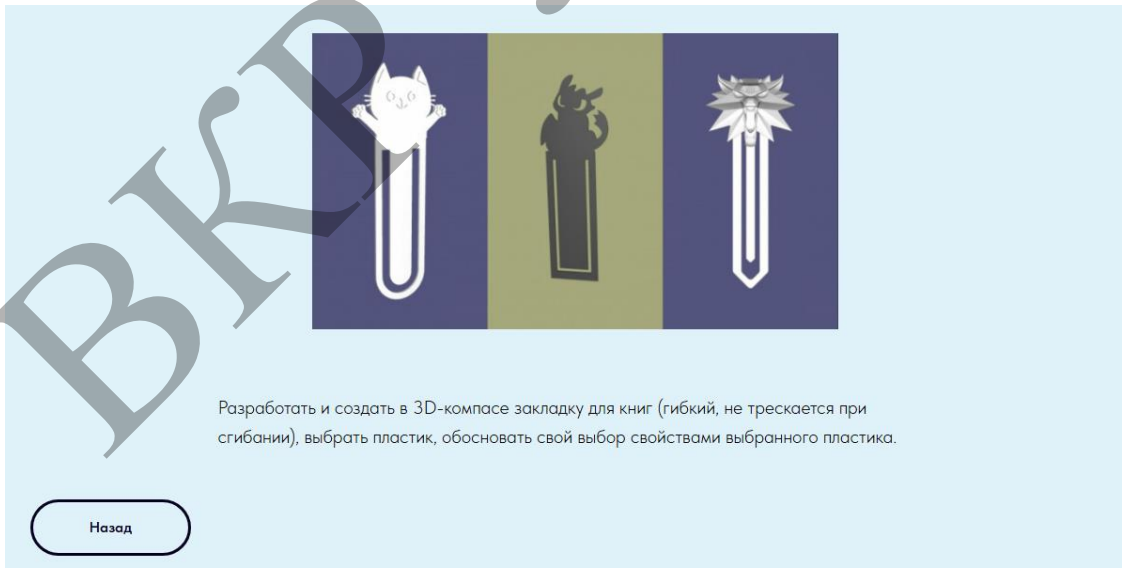


Рисунок 24. Пример конструкторской задачи

Обучающий сайт создан на платформе «Tilda» и направлен на работу на компьютерах.

ВКР УдГУ

Вывод по главе

Для развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на кружках технической направленности нами была разработана педагогическая технология, а также материальное и электронное средства обучения.

Разработанная педагогическая технология основывается на конструктивистском, системно-деятельностном, компетентностном подходах и их принципах.

Созданные нами методические материалы и разработанные практические задания могут быть адаптированы для использования в различных образовательных учреждениях технического профиля.

На основе анализа всех достоинств и недостатков аналогов средств обучения, нами были созданы материальное (кейс-контейнер с видами пластиковых пластин и лабораторный журнал) и электронное (обучающий сайт) средства обучения, которые применяются совместно с разработанной педагогической технологией.

ВКР УлГУ

3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА ПО ПРОВЕРКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной работы

По результатам педагогического эксперимента мы будем проверять успешность разработанной нами педагогической технологии, способствующей развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической направленности.

В процессе работы нами были определены цель и задачи педагогического эксперимента, который будет доказывать или опровергать гипотезу, выдвинутую в первой главе.

Нами была сформулирована следующая **цель:** проверить влияние разработанной нами педагогической технологии на уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на кружках технической направленности с помощью педагогического эксперимента.

Для достижения цели определены следующие задачи, решаемые в ходе педагогического эксперимента:

- Выявить уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся в экспериментальной и контрольной группах;
- Внедрить и апробировать разработанную педагогическую технологию в учебный процесс экспериментальной группы;
- Получить результаты экспериментальной и контрольной групп;
- Проанализировать полученные результаты, сравнив входной и итоговый тесты в обеих группах, и сделать выводы.

В планируемой опытно-экспериментальной работе в качестве необходимых параметров выступят:

- Учебная программа
- Проект педагогической технологии

ВКР УлГУ

- Изготовленные материальное и электронное средства обучения

Нами было решено использовать исследовательскую модель, которая будет основана на сравнение результатов контрольной и экспериментальной групп до и после внедрения разработанной педагогической технологии.

Объект эксперимента – процесс обучения учащихся на кружках технической направленности в возрасте 13-14 лет.

Предмет эксперимента – развитие умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на кружках технической направленности.

Гипотеза: внедрение разработанной педагогической технологии, которая основана на конструктивистском, системно-деятельностном и компетентностном подходах, будет способствовать развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на кружках технической направленности.

С целью диагностики уровня развития умения исследовать свойства конструкционных материалов, нами был разработан тест на основе олимпиадных заданий по Технологии (труд), а также компонентов определения умения из первой главы. Он включает в себя 23 задания.

Каждый блок заданий направлен на проверку одного или нескольких компонентов умения. При этом распределение не является жёстким: компоненты не привязаны строго к одному блоку, они проявляются в разной степени на разных этапах работы учащегося. В заданиях 1-8 основным выступает когнитивный компонент, хотя элементы мотивационного компонента также присутствуют. В заданиях 9-15 ведущим является деятельностный компонент, но для выполнения этих заданий требуется опора на когнитивный, а при обсуждении результатов подключается коммуникативный. В заданиях 16-23 доминируют мотивационный, коммуникативный и рефлексивный компоненты, однако без когнитивной и деятельностной базы, заложенной ранее, их проявление было бы невозможным. Такая структура позволяет не только

ВКР УлГУ

определить общий уровень развития умения по сумме баллов, но и оценить динамику по каждому компоненту в отдельности.

С 1 по 15 вопросы оцениваются в 1 балл;

С16 по 23 вопросы оцениваются в 2 балла.

Для оценки различий между контрольной и экспериментальной группами на начальном и итоговом этапах будет применяться U-критерий Манна-Уитни.

Этот критерий предназначен для сравнения двух независимых выборок по количественно измеренному признаку и работает с малыми выборками ($n_1, n_2 \geq 3$ либо $n_1 = 2, n_2 \geq 5$). Поскольку контрольную и экспериментальную группы составляют разные учащиеся, выборки являются независимыми, что соответствует условиям применения данного критерия.

Значения признака в обеих группах будут объединяться в общий ряд и ранжироваться по возрастанию. Для каждой группы будет подсчитываться сумма рангов, затем вычисляться U_1 и U_2. Меньшее из двух значений будет сравниваться с табличным критическим значением. Если полученное U окажется меньше или равно табличному, различия между группами будут признаны статистически значимыми.

3.2 Проведение опытно – экспериментальной работы

Для проведения опытно – экспериментальной работы нам были предоставлены контрольная и экспериментальная группы, всего 24 человека. Занятия велись по программе «Урок технологии. РОСТ» на базе Центра довузовского образования ФГБОУ «УдГУ» в рамках модуля «Промышленный дизайн».

На начальном этапе эксперимента (первое занятие) была проведена диагностика уровня развития умения исследовать свойства конструкционных материалов с двумя рабочими группами в форме теста. Всего 23 вопросов, на выполнение которых отводилось 25 минут. Тестовые задания были представлены на отдельных бланках.

ВКР УдГУ

Задания по разработанной педагогической технологии проводились в экспериментальной группе (12 человек).

На основном этапе (с 2 по 5 занятия) обучающиеся знакомились с видами пластиков, описывали внешние признаки, учились пользоваться штангенциркулем и весами, заносили первые наблюдения в лабораторный журнал (2 занятие). Проводился лабораторный практикум «Паспорт материала»: учащиеся в парах выполняли три опыта со всеми видами пластиков – определяли плотность, испытывали на статический изгиб в тисках, проверяли термостойкость на нагревательном столе 3D-принтера. Результаты каждый заносил в сводную таблицу своего лабораторного журнала (3 занятие). После этого, на основе полученных знаний и с помощью заполненных таблиц в лабораторном журнале, дети решали конструкторские задачи на знание свойств изученных пластиков (4-5 занятия).

На заключительном проектном этапе (6 занятие) каждый учащийся выбирал материал для своего изделия (закладка для книги или брелок для ключей) и аргументировал выбор с опорой на данные изученного материала, после этого каждый печатал своё изделие на 3D-принтере.

В контрольной группе (12 человек) занятия велись по прежней рабочей программе.

По завершении модуля в обеих группах было проведено итоговое тестирование по тому же тесту из 23 заданий.

Уровни развития умения исследовать свойства конструкционных материалов определялись по сумме набранных баллов:

- 0-7 баллов – низкий уровень;
- 8-15 баллов – средний уровень;
- 16-31 балла – высокий уровень.

Характеристика уровней:

Низкий уровень – учащийся не знает основные виды пластиков для 3D-печати, затрудняется назвать их внешние признаки, не может спланировать

ВКР УлГУ

простейшее испытание, путает измеряемые параметры, не делает выводы из полученных данных.

Средний уровень – учащийся называет основные виды пластиков, описывает их внешние признаки, может провести испытание по готовой методике, но допускает ошибки при сравнении результатов и формулировании вывода.

Высокий уровень – учащийся называет основные виды пластики, самостоятельно планирует и проводит испытания, корректно фиксирует результаты, сравнивает показатели разных материалов и делает аргументированный вывод о пригодности конкретного пластика для проектного изделия.

3.3 Анализ результатов опытно – экспериментальной работы

При проведении входного тестирования обучающиеся показали следующие результаты:

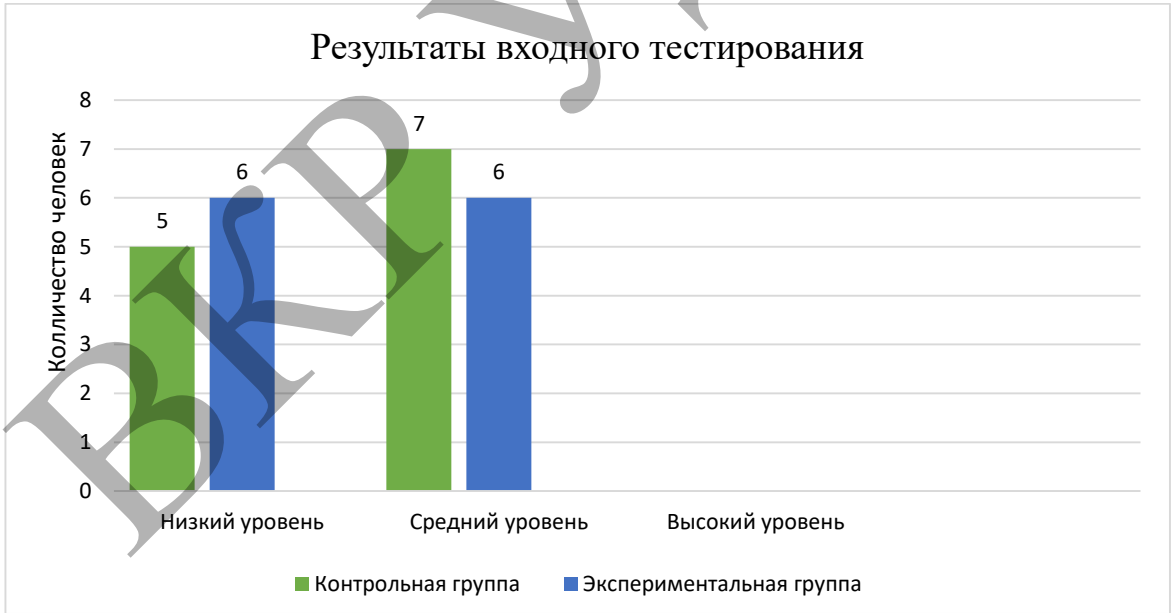


Диаграмма 1. Результаты входного тестирования

По результатам входного диагностического теста мы видим, что дети находятся примерно на одном уровне развития умения исследовать свойства конструкционных материалов.

ВКР УлГУ

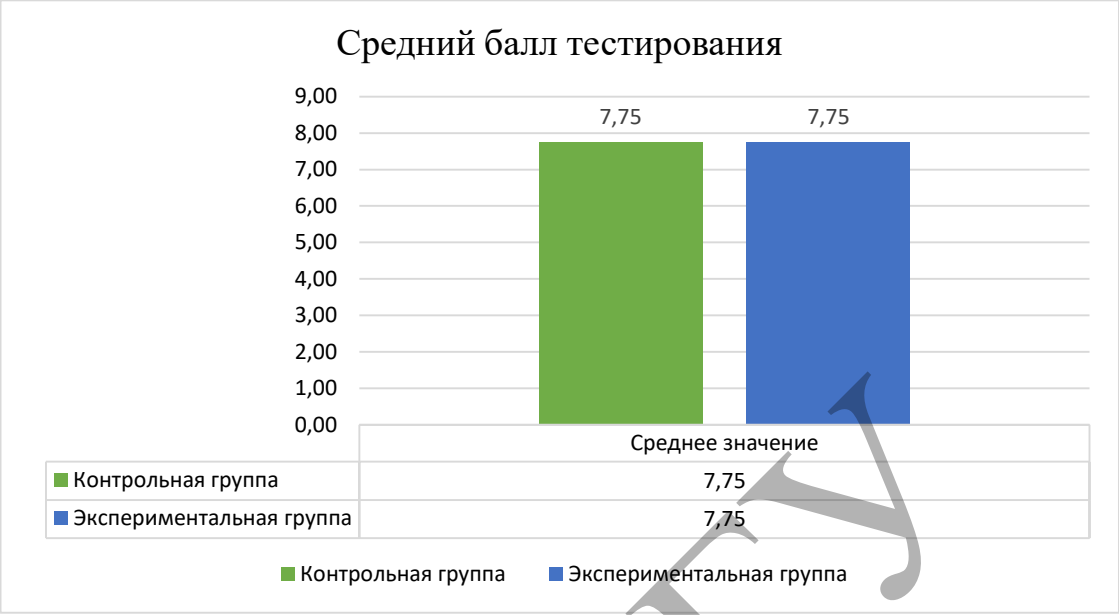


Диаграмма 2. Средний балл тестирования

Для определения однородности контрольной и экспериментальной групп мы использовали U-критерий Манна-Уитни. Вычисление критерия проводилось по формуле:

$U = n_1 * n_2 + (n_x * (n_x + 1)) / 2 - T_x$ где,

n_1 и n_2 – количество испытуемых первой и второй выборок;

T_x – большая из двух ранговых сумм;

n_x – количество испытуемых в группе с большей группой рангов.

Гипотезы:

H_0: Контрольная группа не превосходит экспериментальную группу по уровню развития умения исследовать свойства конструкционных материалов.

H_1: Контрольная группа превосходит экспериментальную группу по уровню развития умения исследовать свойства конструкционных материалов.

Таблица 5

Расчет U-критерия Манна-Уитни

№	Выборка 1	Ранг 1	Выборка 2	Ранг 2
1	6	4.5	7	8.5

ВКР УдГУ

Продолжение Таблицы 5

№	Выборка 1	Ранг 1	Выборка 2	Ранг 2
2	4	2.5	7	8.5
3	7	8.5	4	2.5
4	7	8.5	8	14.5
5	3	1	7	8.5
6	8	14.5	6	4.5
7	11	22.5	7	8.5
8	12	24	10	20
9	9	18	8	14.5
10	10	20	11	22.5
11	8	14.5	8	14.5
12	8	14.5	10	20
Суммы:		153		147

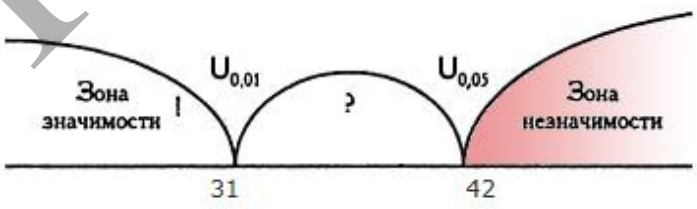
Результат $U_{эмп} = 69$

Критические значения:

$p \leq 0.01 = 31$

$p \leq 0.05 = 42$

Ось значимости:



$U_{эмп} > U_{кр} \Rightarrow H_0$ – принимается, отсюда мы делаем вывод, что группы однородны и наш эксперимент можно проводить на этих группах.

После проведения входного тестирования, в учебный процесс была внедрена наша педагогическая технология. На занятиях дети осваивали новые знания и практические навыки, а по окончании модуля обучающиеся представляли свои творческие проекты.

ВКР УлГУ

По завершении модуля в обеих группах было проведено итоговое тестирование по тому же диагностическому тесту.

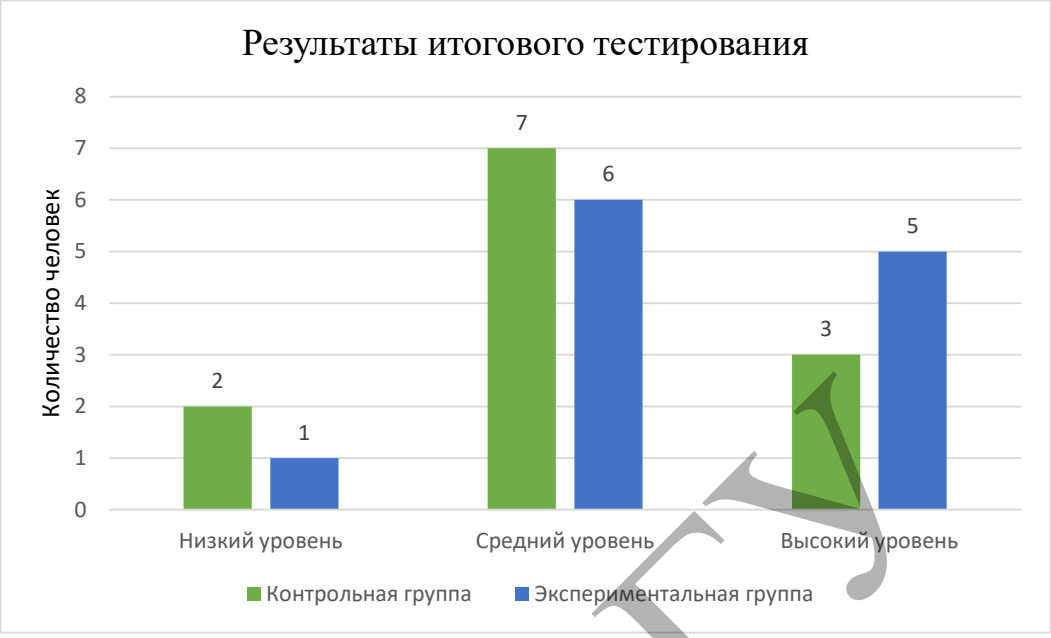


Диаграмма 3. Результаты итогового тестирования

Для сравнения входного и итогового тестирования уровня развития умения исследовать свойства материалов, результаты представлены на Диаграмме 4.

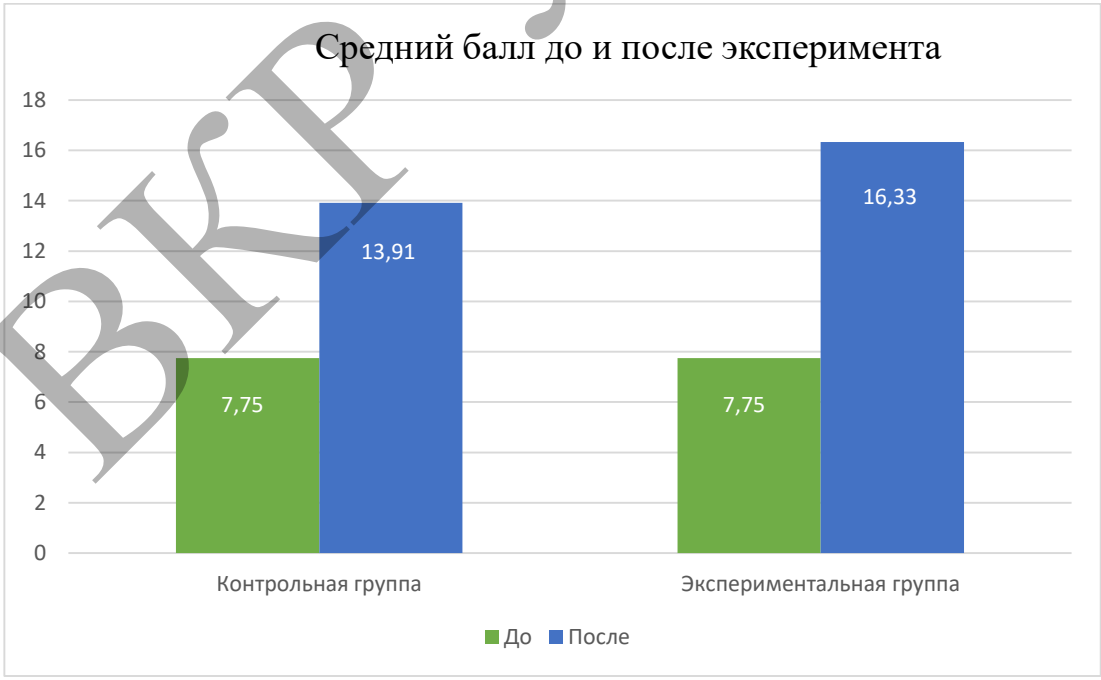


Диаграмма 4. Средний балл до и после эксперимента

ВКР УдГУ

Уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов после прохождения модуля вырос в обеих группах. В экспериментальной группе рост более заметный, это связано с внедрением разработанной нами педагогической технологии и средств обучения.

Для оценки сдвигов внутри каждой группы применялся Т-критерий Вилкоксона. Этот критерий позволяет сравнить показатели, измеренные на одной и той же выборке в двух разных условиях – до и после эксперимента. С его помощью можно установить, в какую сторону направлены сдвиги: преобладает положительная динамика, отрицательная или показатели остались без изменений.

В Таблице 6 приведены результаты входного и итогового тестирования в экспериментальной группе.

Таблица 6

Экспериментальная группа		
Испытуемые	**До воздействия**	**После воздействия**
Георгий В.	8	8
Софья И.	7	15
Алиса И.	7	21
Арина К.	10	27
Анастасия К.	7	17
Аркадий М.	8	23
Арина М.	11	25
Дарья М.	4	13
Ильдар Н.	7	15
Дарья П.	8	12
Иван С.	6	11
Глеб Ф.	10	9

Гипотезы:

ВКР УлГУ

H_0: Интенсивность сдвигов в типичном направлении не превосходит интенсивности сдвигов в нетипичном направлении.

H_1: Интенсивность сдвигов в типичном направлении превышает интенсивность сдвигов в нетипичном направлении.

Таблица 7

Полученные результаты:

№	«До»	«После»	Сдвиг ($t_{после} - t_{до}$)	Абсолютное значение сдвига	Ранговый номер сдвига
1	8	8	0	0	1
2	7	15	8	8	5.5
3	7	21	14	14	9.5
4	10	27	17	17	12
5	7	17	10	10	8
6	8	23	15	15	11
7	11	25	14	14	9.5
8	4	13	9	9	7
9	7	15	8	8	5.5
10	8	12	4	4	3
11	6	11	5	5	4
12	10	9	-1	1	2
Сумма рангов нетипичных сдвигов:					2

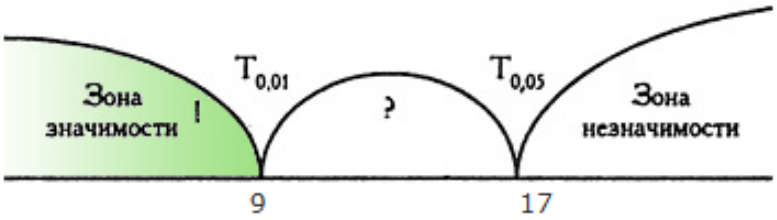
Результат: $T_{Эмп} = 2$

Критические значения T при n = 9

n	$T_{Кр}$	
	0.01	0.05
12	**9**	**17**

ВКР УлГУ

Ось значимости:



Полученное значение $T_{Эмп}$ находится в зоне значимости, следовательно, интенсивность положительных сдвигов превосходит интенсивность отрицательных, что доказывает гипотезу H_1.

Положительная динамика, подтверждённая статистически, была проанализирована по каждому из пяти компонентов умения. Результаты представлены в Таблице 8 и Таблице 9.

Таблица 8

Экспериментальная группа. Входное тестирование (ДО)

Испытуемый	Когнитивный (макс. 8)	Деятельностный (макс. 7)	Мотивационный (макс. 8)	Коммуникативный (макс. 4)	Рефлексивный (макс. 4)	Сумма
Георгий В.	4	3	1	0	0	**8**
Софья И.	3	2	1	1	0	**7**
Алиса И.	3	2	1	1	0	**7**
Арина К.	5	3	1	1	0	**10**
Анастасия К.	3	2	1	1	0	**7**
Аркадий М.	4	2	1	1	0	**8**
Арина М.	5	3	2	1	0	**11**
Дарья М.	2	1	1	0	0	**4**
Ильдар Н.	3	2	1	1	0	**7**
Дарья П.	4	2	1	1	0	**8**
Иван С.	3	2	1	0	0	**6**

ВКР УлГУ

Продолжение Таблицы 8

Испытуемый	Когнитивный (макс. 8)	Деятельностный (макс. 7)	Мотивационный (макс. 8)	Коммуникативный (макс. 4)	Рефлексивный (макс. 4)	Сумма
Глеб Ф.	5	3	1	1	0	**10**

Таблица 9

Экспериментальная группа. Итоговое тестирование (ПОСЛЕ)

Испытуемый	Когнитивный (макс. 8)	Деятельностный (макс. 7)	Мотивационный (макс. 8)	Коммуникативный (макс. 4)	Рефлексивный (макс. 4)	Сумма
Георгий В.	5	2	1	0	0	**8**
Софья И.	6	4	3	1	1	**15**
Алиса И.	7	5	5	2	2	**21**
Арина К.	8	6	7	3	3	**27**
Анастасия К.	7	4	3	2	1	**17**
Аркадий М.	7	6	5	3	2	**23**
Арина М.	8	6	6	3	2	**25**
Дарья М.	5	4	2	1	1	**13**
Ильдар Н.	6	4	3	1	1	**15**
Дарья П.	5	3	2	1	1	**12**
Иван С.	5	3	2	1	0	**11**
Глеб Ф.	5	3	1	0	0	**9**

ВКР УлГУ

Для сравнения входного и итогового тестирования по компонентам умения, результаты представлены на Диаграмме 5.

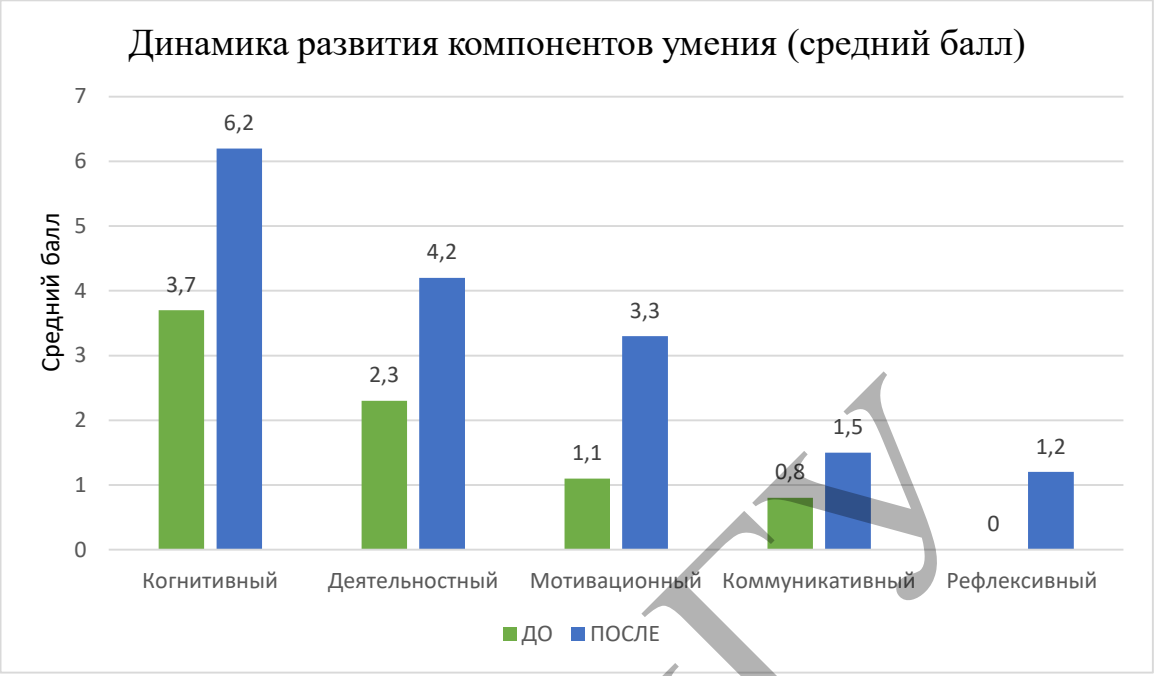


Диаграмма 5. Динамика развития компонентов умения исследовать свойства конструкционных материалов в экспериментальной группе.

Диаграмма наглядно показывает, что рост произошёл по всем пяти компонентам. Наибольший прирост — по когнитивному и мотивационному, наименьший — по коммуникативному. Рефлексивный компонент на входе был равен нулю, что подтверждает: до целенаправленного обучения учащиеся не анализировали основания для выбора материала.

Вывод по главе

Опытно-экспериментальная работа проводилась на базе Центра довузовского образования ФГБОУ «УдГУ» в рамках модуля «Промышленный дизайн». В эксперименте участвовали две группы по 12 человек – контрольная и экспериментальная.

На первом занятии обе группы прошли входное тестирование. Результаты показали, что уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у большинства учащихся низкий. U-критерий Манна-Уитни подтвердил, что на старте группы однородны.

ВКР УдГУ

Экспериментальная группа обучалась по разработанной нами педагогической технологии и с использованием средств обучения. В контрольной группе занятия проводились по прежней программе.

Итоговое тестирование показало рост результатов в обеих группах. В экспериментальной группе рост более выражен. Т-критерий Вилкоксона подтвердил, что положительные сдвиги в экспериментальной группе статистически значимы.

На основе полученных данных, можно сделать вывод, что разработанная педагогическая технология поспособствовала повышению уровня развития умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет.

ВКР УДГУ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы нами был проведён анализ терминов и понятий, связанных с развитием умения исследовать свойства конструкционных материалов. Рассмотрены возрастные особенности обучающихся 13-14 лет в условиях дополнительного образования технической направленности.

На основе выдвинутой гипотезы мы разработали педагогическую технологию, которая опирается на конструктивистский, системно-деятельностный и компетентностный подходы. Отличительная черта нашей педагогической технологии – лабораторный практикум, в котором обучающиеся самостоятельно испытывают образцы пластиков по трём параметрам: плотность, жёсткость на изгиб, термостойкость. Нами созданы материальное средство обучения (кейс-контейнер с образцами пластиков и лабораторный журнал) и электронное средство (обучающий сайт). А также разработана рабочая программа по дисциплине «Урок технологии.Рост» в рамках модуля «Промышленный дизайн» общим объёмом 12 часов.

Опытно-экспериментальная работа проводилась на базе Центра довузовского образования ФГБОУ «УдГУ». В эксперименте участвовали контрольная и экспериментальная группы по 12 человек. Входное тестирование показало, что на старте обе группы находились на низком уровне. U-критерий Манна-Уитни подтвердил однородность групп.

После прохождения модуля итоговое тестирование выявило рост результатов в обеих группах. В экспериментальной группе, где применялась наша технология и средства обучения, рост оказался более выраженным. T-критерий Вилкоксона подтвердил, что положительные сдвиги статистически значимы.

Все задачи, поставленные нами в начале работы, выполнены. Цель – теоретически обосновать, разработать и экспериментально проверить содержание и методику проведения педагогической технологии, способствующей развитию умения исследовать свойства конструкционных материалов у обучающихся 13-14 лет на занятиях в кружках технической

ВКР УдГУ

направленности достигнута. Гипотеза подтверждена. Наша технология и средства обучения могут применяться на кружках технической направленности.

ВКР УдГУ

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход в разработке стандартов нового поколения / А.Г. Асмолов // Педагогика. – 2009. – № 4. – С. 18-22.
2. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе / Ю.К. Бабанский. – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.
3. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
4. Божович Л.И. Личность и её формирование в детском возрасте / Л.И. Божович. – СПб.: Питер, 2009. – 400 с.
5. Буйлова Л.Н. Методические рекомендации по разработке и оформлению дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ / Л.Н. Буйлова. – М.: ГАОУ ВО МГПУ, 2015. – 36 с.
6. Буйлова Л.Н. Современные подходы к разработке дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ / Л.Н. Буйлова // Молодой учёный. – 2015. – № 15. – С. 567-572.
7. Выготский Л.С. Психология развития. Избранные работы / Л.С. Выготский. – М.: Юрайт, 2024. – 302 с.
8. Голованов В.П. Методика и технология работы педагога дополнительного образования: учеб. пособие / В.П. Голованов. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 239 с.
9. Горбунова Т.Н. 3D-моделирование и 3D-печать как средство развития технического творчества детей / Т.Н. Горбунова, И.В. Синельников // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 6. – URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=28248.
10. Горский В.А. Техническое конструирование: учеб. пособие / В.А. Горский. – М.: ДОСААФ, 1977. – 128 с.
11. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения / В.В. Давыдов. – М.: Академия, 2023. – 288 с.
12. Деси Э. Мотивация и самореализация / Э. Деси, Р. Райан. – М.: Смысл, 2006. – 312 с.

ВКР УлГУ

13. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «3D моделирование» / ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова. – Новокуйбышевск, 2022. – 24 с.
14. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Кванториум 1.0» / ГАНОУ СО «Дворец молодёжи», Детский технопарк «Кванториум». – Екатеринбург, 2021. – 36 с.
15. Евладова Е.Б. Дополнительное образование детей: учебник / Е.Б. Евладова, Л.Г. Логинова, Н.Н. Михайлова. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 349 с.
16. Занков Л.В. Избранные педагогические труды / Л.В. Занков. – М.: Юрайт, 2023. – 390 с.
17. Зимняя И.А. Педагогическая психология: учебник / И.А. Зимняя. – М.: Логос, 2004. – 384 с.
18. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении: учеб. пособие / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутылина. – М.: Политех-пресс, 2020. – 87 с.
19. Казакевич В.М. Технологическое образование в век высоких технологий / В.М. Казакевич // Школа и производство. – 2016. – № 1. – С. 3-9.
20. Кларин М.В. Инновации в мировой педагогике: обучение на основе исследования, игры и дискуссии / М.В. Кларин. – Рига: Эксперимент, 1995. – 176 с.
21. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р. – URL: http://government.ru/docs/all/140314/.
22. Кругликов Г.И. Методика преподавания технологии с практикумом: учеб. пособие / Г.И. Кругликов. – М.: Академия, 2002. – 480 с.
23. Куприянов Б.В. Нормативные основы образовательных программ в организациях дополнительного образования / Б.В. Куприянов // Дополнительное образование и воспитание. – 2016. – № 3. – С. 3-7.

ВКР УлГУ

24. Леонтович А.В. Исследовательская и проектная работа школьников. 5-11 классы: метод. пособие / А.В. Леонтович, А.С. Саввичев. – М.: ВАКО, 2018. – 160 с.
25. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения / И.Я. Лернер. – М.: Педагогика, 1981. – 186 с.
26. Линицкий П.С. 3D-моделирование и печать на 3D-принтере / П.С. Линицкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 208 с.
27. Материаловедение: учебник для вузов / под ред. Б.Н. Арзамасова. – 8-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 648 с.
28. Матяш Н.В. Инновационные педагогические технологии. Проектное обучение: учеб. пособие / Н.В. Матяш. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2014. – 160 с.
29. Мухина В.С. Возрастная психология: учебник / В.С. Мухина. – 19-е изд. – М.: Просвещение, 2023. – Т. 1. – 480 с.
30. Обухов А.С. Развитие исследовательской деятельности учащихся / А.С. Обухов. – 2-е изд. – М.: Национальный книжный центр, 2015. – 280 с.
31. Обухова Л.Ф. Возрастная психология: учебник / Л.Ф. Обухова. – М.: Юрайт, 2024. – 460 с.
32. Обучающий сайт «Свойства пластиков». – URL: https://project21672286.tilda.ws/.
33. Письмо Министерства просвещения РФ от 31.01.2022 № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций». – URL: https://docs.edu.gov.ru/document/.
34. Поддьяков А.Н. Исследовательское поведение: стратегии познания, помощь, противодействие, конфликт / А.Н. Поддьяков. – М.: Просвещение, 2000. – 266 с.
35. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – М.: Академия, 2010. – 368 с.

ВКР УлГУ

36. Савенков А.И. Психологические основы исследовательского подхода к обучению: учеб. пособие / А.И. Савенков. – М.: Ось-89, 2006. – 480 с.
37. Сайт «Виды пластика – типы, маркировка и особенности». – URL: https://www.simplexnn.ru/vidy-plastika.
38. Сайт «Пластмассы». – URL: https://proplast.ru/articles/plastmassyi/.
39. Селевко Г.К. Энциклопедия образовательных технологий: в 2 т. / Г.К. Селевко. – М.: Народное образование, 2006. – Т. 1. – 556 с.
40. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики / М.Н. Скаткин. – 2-е изд. – М.: Педагогика, 1984. – 96 с.
41. Столяров Ю.С. Техническое творчество школьников: Вопросы теории и организации / Ю.С. Столяров. – М.: Педагогика, 1984. – 160 с.
42. Урок технологии. РОСТ: дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа / Удмуртский государственный университет. – Ижевск: УдГУ, 2022. – URL: https://f-idpo.udsu.ru/files/web/000336-Урок%20технологии.%20Рост.pdf.
43. Хотунцев Ю.Л. Проблемы технологического образования в Российской Федерации / Ю.Л. Хотунцев. – М.: Прометей, 2019. – 274 с.
44. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении: научно-методическое пособие / А.В. Хуторской. – М.: Эйдос, 2013. – 73 с.
45. Шаповаленко И.В. Возрастная психология: учебник / И.В. Шаповаленко. – М.: Юрайт, 2023. – 349 с.
46. Эльконин Д.Б. Детская психология: учебник / Д.Б. Эльконин. – 7-е изд., стер. – М.: Академия, 2023. – 384 с.

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 2

Анализ общеобразовательных общеразвивающих программ

	«Кванториум 1.0» ГАНОУ СО «Дворец молодежи», Детский технопарк «Кванториум» (г. Екатеринбург)	**«Урок технологии. Рост» (УдГУ г. Ижевск)**	**«3D моделирование». ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова (г. Новокуйбышевск)**
Пояснительная записка	Есть. Программа направлена на развитие проектной деятельности и подготовку технически грамотных специалистов.	Есть. Программа разработана Удмуртским государственным университетом. Реализуется на базе вуза в формате дополнительного образования для школьников.	Есть. Программа разработана в соответствии с нормативными документами РФ и направлена на обучение 3D-моделированию.

ВКР УдГУ

	«Кванториум 1.0» ГАНОУ СО «Дворец молодежи», Детский технопарк «Кванториум» (г. Екатеринбург)	**«Урок технологии. Рост» (УдГУ г. Ижевск)**	**«3D моделирование». ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова (г. Новокуйбышевск)**
Цель	Развитие критического мышления обучающихся, навыков командного взаимодействия, освоение «гибких» и «жёстких» компетенций, формирование умений самостоятельно пополнять знания, навыки работы с электроникой, прототипирования, моделирования, программирования, мехатроники, робототехники, компьютерных технологий.	Формирование у обучающихся теоретических знаний, умений и практических навыков в наиболее перспективных технологических направлениях: виртуальная и дополненная реальность (VR/AR), информационные технологии, промышленный дизайн, геотехнологии, аэротехнологии, робототехника, техническое творчество.	Обучение приемам создания объемных 3D-моделей и их последующего прототипирования посредством работы в среде SketchUp.
Задачи	Содержит 3 типа задач: образовательные, развивающие, воспитательные	Содержит 5 типов задач: образовательные, практические, развивающие,	Содержит 3 типа задач: обучающие, развивающие, воспитательные

ВКР УдГУ

	«Кванториум 1.0» ГАНОУ СО «Дворец молодежи», Детский технопарк «Кванториум» (г. Екатеринбург)	**«Урок технологии. Рост» (УдГУ г. Ижевск)**	**«3D моделирование». ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова (г. Новокуйбышевск)**
		коммуникативные, профессиональные	
Ожидаемые результаты	Расписаны три типа результатов: предметные, метапредметные, личностные	Расписаны три типа результатов: предметные, личностные, метапредметные	Расписаны три типа результатов: предметные, личностные, метапредметные
Учебно-тематическое планирование	Программа включает модульную систему: - Космоквантум - Геоквантум - IT-квантум - Промробоквантум - **Промышленный дизайн** - VR/AR-квантум - Hi-Tech цех Каждый модуль включает три блока: стартовый, базовый и проектной деятельности.	Программа включает 6 модулей: Робототехника (10 часов) **Промышленный дизайн (12 часов)** VR/AR (12 часов) Аэротехнологии (12 часов) Геотехнологии (12 часов) Информационные технологии (10 часов) Техническое творчество (4 часа)	Программа включает 3 модуля: Модуль 1: **Промышленный дизайн (30 часов)** Модуль 2: Основы компьютерного моделирования (48 часов) Модуль 3: Разработка проектов (30 часов) Общий объем: 108 часов (3 часа в неделю)

ВКР УдГУ

	«Кванториум 1.0» ГАНОУ СО «Дворец молодежи», Детский технопарк «Кванториум» (г. Екатеринбург)	**«Урок технологии. Рост» (УдГУ г. Ижевск)**	**«3D моделирование». ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова (г. Новокуйбышевск)**
		Общий объем: 72 часа за 1 год обучения (1 раз в неделю по 2 часа)	
Методы обучения	Используются: Проектный метод SCRUM-технология Метод кейсов Практические занятия Деловые игры Storytelling	Используются: Проблемно-проектная технология Исследовательская деятельность Информационно-коммуникационные технологии Теория решения изобретательских задач Эвристические методы	Используются: Словесные методы (рассказ, беседа) Наглядные методы (презентации, демонстрации) Практические методы (индивидуальная и групповая работа)
Форма организации учебных занятий	Основная форма: очная с элементами дистанционной (лекции, практические занятия, проектная работа)	Основная форма: очная с элементами дистанционной (лекции, практические занятия, проектная работа)	Основная форма: очная с элементами дистанционной (лекции, практические занятия, проектная работа)

ВКР УдГУ

	«Кванториум 1.0» ГАНОУ СО «Дворец молодежи», Детский технопарк «Кванториум» (г. Екатеринбург)	**«Урок технологии. Рост» (УдГУ г. Ижевск)**	**«3D моделирование». ГБОУ СОШ № 5 «ОЦ» им. М.П. Бочарикова (г. Новокуйбышевск)**
Планируемые результаты	Обучающиеся научатся: Работать с современным оборудованием Создавать собственные проекты Решать технические задачи Работать в команде Публично представлять результаты работы Освоить базовые и специализированные компетенции в выбранной области	Обучающиеся научатся: Работать с современным оборудованием; Создавать собственные проекты; Решать технические задачи; Работать в команде; Публично представлять результаты работы;	Обучающиеся научатся: Работать в программе SketchUp Создавать 3D-модели Проводить прототипирование Разрабатывать собственные проекты Работать в команде Использовать современные технологии моделирования

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 4

Сводная таблица компонентов педагогической технологии

Модуль «Промышленный дизайн»									
№	**Тема занятия**	**Количество часов**			**Цель**	**Теория (Т)/ практика (П)**	**Формы педагогического взаимодействия**	**Методы и приемы обучения**	**Средства обучения**
		Всего	**Теоретических**	**Практических**					
1	Вводное занятие. Входное тестирование. Работа в 2D системе КОМПАС График	2	0,5	1,5	Определить уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов. *Когнитивный компонент*	Т: Интерфейс КОМПАС График, панели инструментов, навигация. П: Входное тестирование, выполнение пробных действий в программе.	Фронтальная (объяснение, инструктаж), индивидуальная (тестирование, работа за ПК).	Объяснительно-иллюстративный, практическая работа, тестирование.	Обучающий сайт
2	Знакомство с конструкцион	2	1	1	Развить умение	Т: Виды пластиков, их	Фронтальная (объяснение,	Объяснительно-	Кейс-контейнер

ВКР УдГУ

	ными материалами. Особенности выполнения эскизов для 3D-моделирования.				называть основные типы пластиков для 3D-печати, описывать их внешние признаки, (1 уровень - *когнитивный, мотивационный компоненты*).	внешние признаки. Принципы построения эскизов. П: Тактильный осмотр образцов. Построение эскизов по заданию.	демонстрация образцов), индивидуальная (работа с образцами, работа за ПК).	иллюстративный, демонстрационный, наглядный, практическая работа.	, лабораторный журнал, обучающий сайт
3	Основы твердотельного моделирования. Лабораторный практикум «Паспорт материала».	2	1	1	Закрепить умение называть основные типы пластиков, описывать их внешние признаки, соблюдать правила ТБ (1 уровень).	Т: Виды пластиков. Базовые операции твердотельного моделирования. П: Построение 3D-моделей по чертежу. Т: Методика проведения	Фронтальная (повторение, объяснение), индивидуальная Фронтальная (инструктаж, обсуждение результатов), работа в парах (проведение опытов),	Объяснительно-иллюстративный, демонстрационный, практическая работа Лабораторный эксперимент, практическая работа, наблюдение,	Кейс-контейнер, лабораторный журнал, обучающий сайт

ВКР УдГУ

					Развить умение проводить количественные испытания материалов по заданной методике и сравнивать полученные показатели (2 уровень) *когнитивный, деятельностный, коммуникативный компоненты*.	опытов. Инструктаж по ТБ. П: Проведение опытов в парах, индивидуальное заполнение сводной таблицы лабораторного журнала.	индивидуальная (заполнение журнала).	сравнительный анализ, беседа.	
4	Вспомогательные операции. Поверхностное моделирование.	2	0,5	1,5	Развить умение анализировать и выбирать материал под конкретную задачу	Т: Фаски, скругления, уклоны, принципы поверхностного моделирования	Фронтальная (объяснение), индивидуальная (работа за ПК).	Объяснительно-иллюстративный, практическая работа.	Обучающий сайт

ВКР УлГУ

	Решение конструкторских задач.				(3 уровень) *деятельностный, коммуникативный, рефлексивный компоненты.*	П: Отработка операций на ранее созданных моделях, решение конструкторских задач.			
5	Построение сложных комплексных моделей. Решение конструкторских задач.	2	0,5	1,5	Развить умение анализировать и выбирать материал под конкретную задачу (3 уровень) *деятельностный, рефлексивный компоненты.*	Т: Схема построения сложной модели. П: Решение конструкторских задач. Самостоятельное моделирование проектного изделия.	Фронтальная, индивидуальная.	Практическая работа, проектный метод, проблемное обучение.	Обучающий сайт
6	Подготовка моделей к печати на 3D принтере. Печать моделей на 3D	2	0,5	1,5	Развить умение выбирать и обосновывать выбор конструкцион	Т: Параметры печати в слайсере. Критерии защиты проекта.	Индивидуальная (подготовка к печати, защита проекта),	Проектный метод, рефлексивный метод, метод презентации, тестирование.	Кейс-контейнер, лабораторный журнал

ВГУДТУ

	принтере. Защита проекта с обоснованием выбора материала. Итоговое тестирование				ного материала для проектного изделия на основе результатов лабораторного практикума (3 уровень). Определить итоговый уровень развития умения исследовать свойства конструкционных материалов. *Коммуникативный, рефлексивный, компоненты.*	П: Настройка слайсера, печать изделия, защита проекта с аргументированным обоснованием выбора пластика, итоговое тестирование.	фронтальная (итоговое тестирование, обсуждение результатов защиты).		
Общее количество часов		12	4	8					

ВКР УлГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Фрагмент дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Урок технологии. РОСТ»

Пояснительная записка

Рабочая программа составлена на основе дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Урок технологии. Рост», реализуемой на базе Центра довузовского образования ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет».

Направленность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Урок технологии. Рост» - техническая.

Возраст обучающихся: 13-14 лет.

Цель модуля:

Формирование у обучающихся компетенций в области промышленного дизайна, включающих знание основ проектирования, моделирования и прототипирования изделий с использованием современных программных средств и оборудования. А также развитие у обучающихся умение исследовать свойства конструкционных материалов.

Задачи модуля:

Обучающие:

- освоить интерфейс и основные инструменты системы КОМПАС График для выполнения двумерных построений;
- научиться создавать эскизы, пригодные для трёхмерного моделирования;
- освоить базовые и вспомогательные операции твердотельного моделирования;
- научиться строить сложные комплексные модели, состоящие из нескольких конструктивных элементов;
- изучить виды пластиков для 3D-печати и их физико-механические свойства;
- научиться проводить сравнительные испытания полимерных материалов;

ВКР УдГУ

- освоить технологию подготовки модели к печати и запуска печати на 3D-принтере.

Развивающие:

- развить умение фиксировать и интерпретировать экспериментальные данные;
- развить способность анализировать свойства материалов и сопоставлять их с эксплуатационными требованиями к проектируемому изделию;
- развить умение обосновывать выбор материала для конкретного дизайн-проекта.

Воспитательные:

- формировать культуру безопасного труда при работе с оборудованием;
- воспитывать ответственность за принятые инженерные решения;
- развивать навыки самостоятельной работы и сотрудничества в группе.

Условия реализации модуля:

Основные методы работы с обучающимися:

- Объяснительно-иллюстративный метод (введение теоретических знаний по моделированию и материаловедению);
- демонстрационный метод (показ приёмов работы в КОМПАС, со штангенциркулем, тисками, 3D-принтером);
- лабораторный эксперимент (проведение трёх опытов с образцами пяти пластиков);
- практическая работа (выполнение эскизов, построение 3D-моделей, настройка слайсера, печать);
- метод сравнения (сопоставление свойств полимеров и выбор материала под задачу);
- проектный метод (прохождение полного цикла дизайн-проекта: от идеи до готового прототипа);

ВКР УлГУ

- рефлексивный метод (обсуждение результатов опытов, анализ выбора материала на защите);
- метод презентации (публичная защита дизайн-проекта).

Основные формы работы с обучающимися:

- Фронтальная работа (объяснение, инструктаж, итоговое обсуждение результатов);
- работа в парах (проведение лабораторных опытов);
- индивидуальная работа (выполнение эскизов, 3D-моделирование, заполнение лабораторного журнала, подготовка и защита дизайн-проекта).

Материально-техническое обеспечение:

- учебный класс, оборудованный персональными компьютерами с установленным ПО КОМПАС График и слайсером;
- 3D-принтеры с подогреваемым столом;
- мультимедийный проектор и экран;
- кейс-контейнер с комплектом стандартизированных образцов полимерных материалов (PLA, ABS, HIPS, SBS, PETG);
- лабораторный журнал для фиксации результатов испытаний;
- штангенциркули, электронные весы, слесарные тиски, пинцеты, секундомер, защитные очки.

Информационное обеспечение:

- обучающий сайт «Свойства пластиков»
- бланки входного и итогового тестирования.

Планируемые результаты освоения программы:

По окончании модуля обучающийся будет знать:

- интерфейс и основные инструменты системы КОМПАС График;
- требования, предъявляемые к эскизу для трёхмерного моделирования;
- базовые и вспомогательные операции твердотельного моделирования;
- технологию подготовки модели к печати и запуска печати на 3D-принтере;

ВКР УдГУ

- основные виды пластиков для 3D-печати (PLA, ABS, HIPS, SBS, ABS++) и их внешние признаки;
- ключевые физико-механические характеристики полимеров: плотность, жёсткость на изгиб, термостойкость.

По окончании модуля обучающийся будет уметь:

- выполнять плоские чертежи и эскизы в системе КОМПАС График;
- создавать твердотельные модели средней сложности;
- строить комплексные модели, состоящие из нескольких конструктивных элементов;
- экспортировать модель в формат, пригодный для 3D-печати;
- запускать печать изделия на 3D-принтере и выполнять постобработку;
- проводить количественные испытания материалов по заданной методике;
- фиксировать результаты испытаний в лабораторном журнале;
- сравнивать свойства пяти полимеров и делать аргументированный вывод;
- выбирать материал для проектного изделия, обосновывая выбор экспериментальными данными.

По окончании модуля обучающийся овладеет навыками:

- работы в 2D- и 3D-редакторах системы КОМПАС;
- самостоятельного построения твердотельных моделей по заданным параметрам;
- подготовки модели к печати с учётом конструктивных особенностей изделия;
- безопасной работы с 3D-принтером;
- проведения лабораторного эксперимента с использованием измерительных приборов и испытательного оборудования;
- обоснованного выбора материала для дизайн-проекта и защиты этого выбора перед группой.

ВКРУлГУ

Содержание программы:

Тематический план
Модуль «Промышленный дизайн»

№	Темы	Распределение часов			Формы аттестации/ контроля
		Общее	Теория	Практика	
1	Вводное занятие. Входное тестирование. Работа в 2D системе КОМПАС График	2	0,5	1,5	Опрос, тестирование, творческая работа
2	Знакомство с конструкционными материалами. Особенности выполнения эскизов для 3D моделирования	2	1	1	Опрос, творческая работа
3	Знакомство с конструкционными материалами. Основы твердотельного моделирования; Лабораторный практикум «Паспорт материала»	2	1	1	Творческая работа Опрос
4	Вспомогательные операции Поверхностное моделирование. Решение конструкторских задач	2	0,5	1,5	Опрос, творческая работа
5	Построение сложных комплексных моделей. Решение конструкторских задач	2	0,5	1,5	Творческая работа
6	Подготовка моделей к печати на 3D принтере. Печать моделей на 3D принтере. Защита проекта с обоснованием выбора материала. Итоговое тестирование	2	0,5	1,5	Творческая работа
	Итого:	12	4	8	

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

QR-код для доступа к электронному средству обучения – обучающему сайту «Свойства пластиков».



Рисунок 1. QR-код для доступа к электронному средству обучения

ВКР УДГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Входное и итоговое тестирование

Диагностический тест

Для обучающихся 13-14 лет на кружках технической направленности

*ФИО:*_____

Инструкция: выполни 23 задания. Макс. 31 балл.

1-8 задания, 8 баллов

1. Каким общим словом называют материалы, из которых изготавливают детали, конструкции и изделия?

А) инструменты

Б) конструкционные материалы

В) отделочные покрытия

Г) горюче-смазочные вещества

2. Как называется свойство материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела?

А) плотность

Б) упругость

В) твердость

Г) пластичность

3. Какой из перечисленных материалов является полимером?

А) сталь

Б) древесина

В) PLA-пластик

Г) алюминий

4. Что измеряют с помощью штангенциркуля?

А) массу образца

Б) температуру плавления

В) линейные размеры

Г) твёрдость поверхности

5. Что означает термин «плотность материала»?

А) способность материала отражать свет

Б) отношение массы материала к его объёму

В) способность материала выдерживать нагрузки без разрушения

Г) температура, при которой материал плавится

6. Как называется способность материала разрушаться при небольшой деформации, без заметных остаточных изменений формы?

А) пластичность

ВКР УдГУ

Б) хрупкость

В) упругость

Г) твёрдость

7. Что из перечисленного является обязательным требованием безопасности при проведении испытания на изгиб в слесарных тисках?

А) работать в перчатках из токопроводящего материала

Б) использовать защитные очки

В) предварительно нагреть образец

Г) смазывать образец маслом

8. Для чего перед изготовлением изделия нужно знать свойства материала?

А) чтобы правильно подобрать материал под условия эксплуатации изделия

Б) чтобы угадать название материала

В) чтобы потратить больше времени на проект

Г) свойства материала не влияют на выбор

9-15 задания, 7 баллов

9. Вы измерили образец материала штангенциркулем. Длина – 60 мм, ширина – 10 мм, толщина – 3 мм. Чему равен объём образца в кубических сантиметрах?

А) 0,18 см³

Б) 1,8 см³

В) 18 см³

Г) 180 см³

10. Масса образца из задания **9** составила 2,2 грамма. Чему равна плотность материала? Ответ округлите до сотых.

А) 0,82 г/см³

Б) 1,22 г/см³

В) 1,83 г/см³

Г) 2,20 г/см³

11. Как на основе эксперимента можно отличить ABS от PLA?

А) нагреть оба образца до 80°C — PLA размягчится и деформируется, а ABS останется твёрдым и начнёт издавать характерный запах

Б) опустить оба образца в воду — PLA утонет, ABS будет плавать

В) оба пластика абсолютно одинаковы, отличить их невозможно

ВКР УдГУ

Г) PLA всегда ярче по цвету, чем ABS

12. Определи о каком пластике идет речь: хрупкий, биоразлагаемый, ломается при ударе.

А) ABS
Б) HIPS
В) PLA
Г) PETG

13. Какой пластик более упругий?

А) ABS
Б) SBS
В) PLA
Г) PETG

14. Какой пластик больше подвержен деформации при печати?

А) ABS
Б) SBS
В) PLA
Г) PETG

15. Какой пластик лучше гнется?

А) ABS
Б) HIPS
В) PLA
Г) PETG

16-23 задания, 16 баллов

16. Вы проектируете закладку для книги с отгибающейся частью. Закладка должна многократно изгибаться при установке на страницу и не ломаться. Какое свойство материала станет решающим при выборе? Какой материал вы выберете и почему?

Ответ:

17. Вы проектируете брелок для ключей. Изделие будет висеть на связке, тереться о ключи, падать. Какие свойства материала важны для такого изделия? Обоснуйте выбор материала.

Ответ:

18. Вы проектируете корпус уличного термометра. Корпус будет находиться под прямыми солнечными лучами, на морозе и под дождём. Какое свойство материала является критически важным? Какой пластик из изученных подойдёт лучше всего? Аргументируйте.

Ответ:

19. Вы провели опыты и заполнили сводную таблицу. Вам нужно выбрать материал для кронштейна, который будет удерживать небольшой груз и испытывать постоянную нагрузку. Какие строки таблицы вы проанализируете в первую очередь? Какие значения для вас станут решающими? Объясните.

Ответ:

ВКР УдГУ

20. Вы проектируете подставку под горячую кружку. Какое свойство материала будет самым важным? Какой пластик из изученных вы выберете? Обоснуйте свой выбор.

Ответ:

21. У вас есть сводная таблица результатов испытаний пяти пластиков. Вам нужно выбрать материал для детали, которая будет находиться в воде. Какие строки таблицы вы проанализируете? Какие значения для вас станут решающими? Объясните.

Ответ:

22. Вы напечатали две детали: одну из PLA, другую из ABS. После печати вы хотите склеить половинки каждой детали между собой. Для какой детали можно использовать ацетон как клей? Почему для другой детали ацетон не подойдёт?

Ответ:

23. Вы печатаете модель с нависающими элементами. Для поддержек выбран пластик HIPS, для основной модели — ABS. Объясните, почему выбран именно HIPS для поддержек. На каком свойстве основано такое решение?

Ответ:

Ключ к диагностическому тесту

1-8 задания, 8 баллов

№	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ	Б	В	В	В	Б	Б	Б	А

9-15 задания, 7 баллов

№	9	10	11	12	13	14	15
Ответ	Б	Б	А	В	Б	А	А

16-23 задания, 16 баллов

Каждое задание: 0 баллов — ответа нет или не по сути; 1 балл — верный выбор, но слабая аргументация; 2 балла — верный выбор, развёрнутое обоснование.

№	Ответ
16	**SBS/ PETG** — упругость, многократный изгиб без разрушения
17	**PLA** (твёрдость) или **ABS** (ударопрочность)
18	**ABS** — термостойкость до 100°C, не деформируется на солнце
19	Строки «сжатие», «характер разрушения»
20	**ABS** — термостойкость; PLA плавится от кипятка
21	Строки «плотность», пластик с плотностью < 1 г/см³
22	**ABS** — ацетон размягчает его; PLA не реагирует на ацетон
23	**HIPS** растворяется в лимонене/уайт-спирите; **ABS** — нет

ВКР УлГУ

0-7 – низкий уровень;
8-15 – средний уровень;
16-31 – высокий уровень.

Характеристика уровней:

Низкий уровень – учащийся не знает основные виды пластиков для 3D-печати, затрудняется назвать их внешние признаки, не может спланировать простейшее испытание, путает измеряемые параметры, не делает выводы из полученных данных.

Средний уровень – учащийся называет основные виды пластиков, описывает их внешние признаки, может провести испытание по готовой методике, но допускает ошибки при сравнении результатов и формулировании вывода.

Высокий уровень – учащийся называет основные виды пластики, самостоятельно планирует и проводит испытания, корректно фиксирует результаты, сравнивает показатели разных материалов и делает аргументированный вывод о пригодности конкретного пластика для проектного изделия.

Распределение компонентов умения по заданиям теста

Компонент умения	№ заданий	Количество заданий	Максимальный балл
Когнитивный	1-8	8	8
Деятельностный	9-15	7	7
Мотивационный	16, 17, 18, 20	4	8
Коммуникативный	22, 23	2	4
Рефлексивный	19, 21	2	4

ВКР УлГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

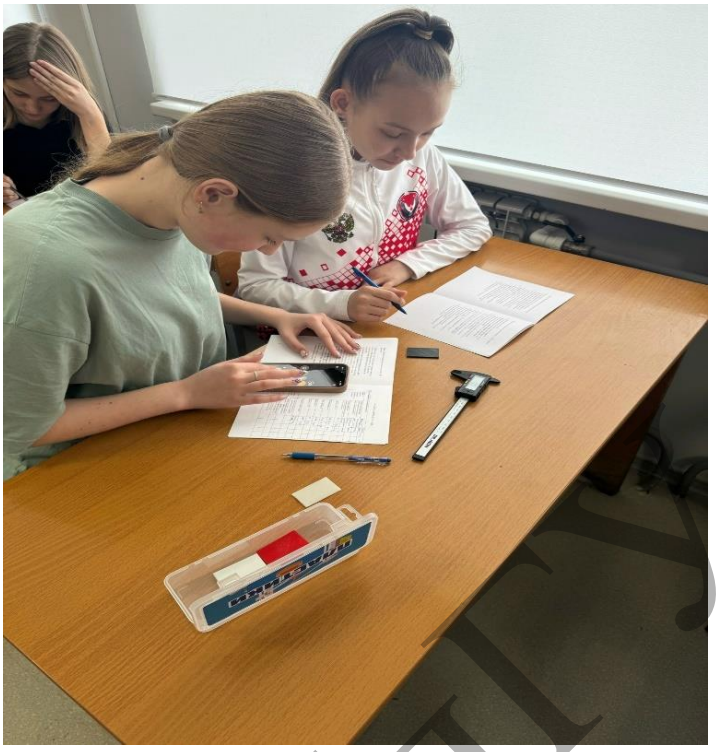


Рисунок 2. Процесс проведения лабораторного практикума

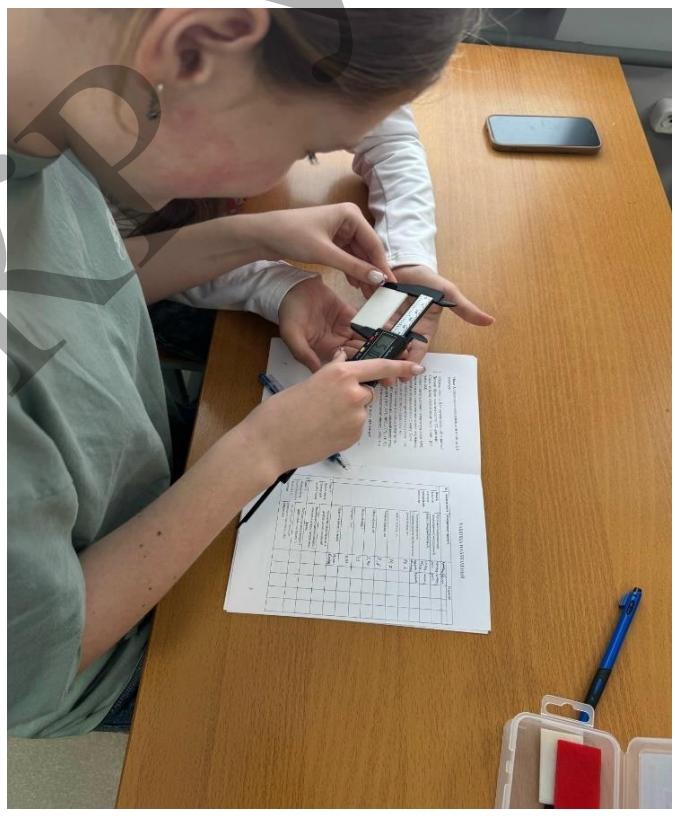


Рисунок 3. Процесс проведения лабораторного практикума

ВКР ИЛИ

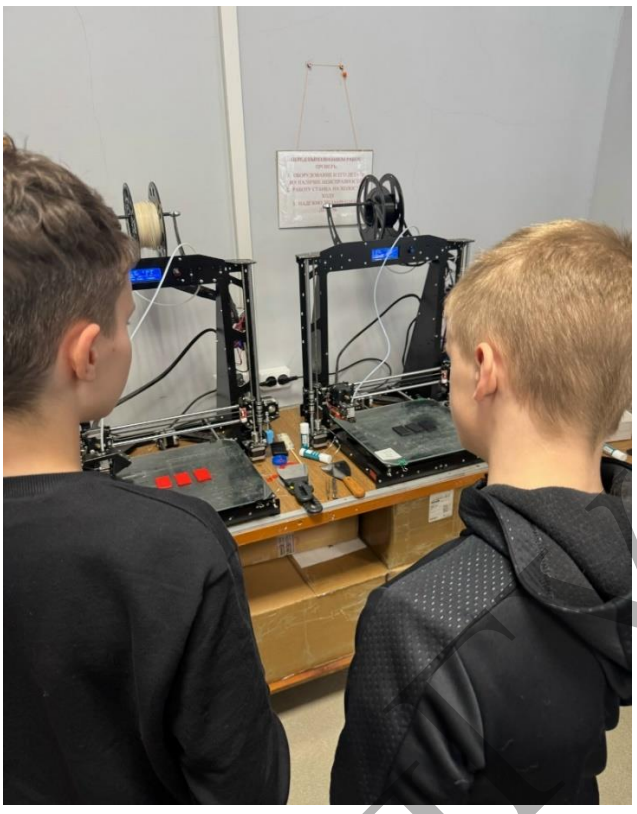


Рисунок 4. Процесс проведения лабораторного практикума

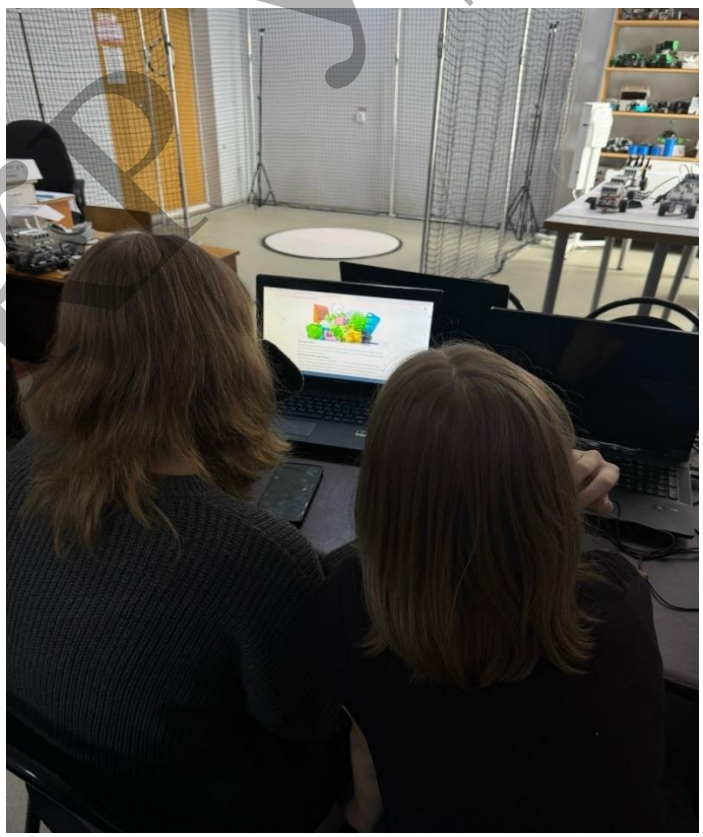


Рисунок 5. Процесс работы с обучающим сайтом

ВЕРСИЯ