МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИКИ, ПСИХОЛОГИИ И СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

Тема: **Формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов на уроках труда (технологии)**

Выполнил: Александрова Любовь Николаевна
студент группы ОБ-44.03.05.01-55 _____

Руководитель проекта: Мухачёва Елена Васильевна
Кандидат педагогических наук, доцент _____

Заведующий кафедры ТМТПО: Причинин Алексей Евгеньевич
Кандидат педагогических наук, доцент _____

Ижевск, 2026

ВКР УдГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт психологии, педагогики и социальных технологий
Кафедра теории и методики технологического и
профессионального образования

ЗАДАНИЕ

студенту**: Александровой Любови Николаевне**
на выполнение выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) по направлению 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль: Технология и Информатика

Тема выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ТМТПО
Протокол № 9
от "14" мая 2026 г.
Зав. Кафедрой _____
Причинин А.Е.

ВКР УдГУ

Ижевск 2026

1. Тема выпускной квалификационной работы (дипломного проекта)

«Формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов на уроках труда (технологии)».

2. Состав работы (проекта)

2.1. Пояснительная записка

2.2. Материальное средство обучения

2.3. Электронное средство обучения

2.4. Презентация

3. Содержание работы (проекта)

3.1. Информационно-аналитическое исследование.

3.2. Педагогическая технология, способствующая формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов на уроках «Труда (технологии)».

3.3. Комплексное средство обучения, способствующее формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты.

3.4. Опытно-экспериментальная работа.

4. Сроки выполнения и защиты

4.1. Предзащита выпускной квалификационной работы: 09.06.2026 г.

4.2. Защита выпускной квалификационной работы: 29.06.2026 г.

5. Руководитель работы (проекта)

Мухачёва Елена Васильевна – кандидат педагогических наук, доцент.

_____

ВКР УлГУ

РЕФЕРАТ

Дипломный проект посвящен формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов на уроках труда (технологии).

Пояснительная записка содержит 95 страниц, введение, три главы, библиографический список состоит из 35 источников, заключения и приложений.

Во введении выявлена актуальность выбранной темы. Обозначены проблема исследования, предмет и объект. Сформулированы цель, задачи и гипотеза.

В первой главе проведен обзор психолого-педагогической и методической литературы по заявленной теме, а также анализ понятий «умение», «самостоятельность», «технический проект», подходов, методов и форм формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов. Рассмотрены возрастные и индивидуально-психологические особенности учащихся девятого класса.

Во второй главе модернизирована рабочая программа по предмету «Труд (технология)» для девятого класса на основе Федеральной рабочей программы, интегрирующая модули «Робототехника» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование». Разработана педагогическая технология, включающая целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-оценочный и результативный блоки. В третьем параграфе разработан комплекс средств обучения: материальный «Инженерный дневник», электронное средство (чат-бот в соц. сети ВКонтакте), а также материальный продукт - спроектированная и изготовленная учащимся на 3D-принтере деталь, интегрируемая в робототехническую систему LEGO EV3.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы проведена опытно-экспериментальная работа в МБОУ СОШ № 19 г. Ижевска. В эксперименте приняли участие ученики 9 «Б» и 9 «В» классов. Проведен анализ результатов исследования, а также сделаны выводы по проекту в целом.

ВКР УдГУ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Педагогическая технология
Техническое проектирование
Проект
Робототехника
3D-моделирование
3D-печать
Инженерный дневник
Чат-бот
Конструктор «LEGO EV3»
Самостоятельность в проектной деятельности

ВКР УдГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7
1. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 11
1.1. Сущность понятия «умение самостоятельного осуществления технических проектов» 11
1.2. Педагогические подходы, методы и формы формирования умения самостоятельного осуществления технических проектов 20
1.3. Возрастные и индивидуально-психологические особенности учащихся девятого класса как фактор формирования проектной самостоятельности ... 28
Вывод по главе 31
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ 33
2.1. Модернизация содержания учебной программы 33
2.2. Разработка педагогической технологии поэтапного формирования умения 38
2.3. Использование средств обучения для формирования предметного умения 48
Вывод по главе 56
3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА 58
3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной работы по формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты учащихся девятых классов на уроках труда 58
3.2. Описание результатов опытно-экспериментальной работы 64
3.3. Анализ полученных результатов 71
Вывод по главе 75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 77
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ 80
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ИНЖЕНЕРНЫЙ ДНЕВНИК 84
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. БЛАНКИ ДИАГНОСТИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 89
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ТЕСТ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ» . 93

ВКР УлГУ

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена совокупностью глобальных, общероссийских и региональных факторов, определяющих необходимость модернизации технологического образования.

На глобальном уровне наблюдается стремительное развитие технологий, в особенности в сферах робототехники, автоматизации и искусственного интеллекта. В рамках Четвертой промышленной революции формируется запрос на специалистов, обладающих не только фундаментальными знаниями, но и навыками проектной деятельности, способных к самостоятельному решению комплексных инженерных задач. Международные программы, такие как PISA, оценивают креативное мышление и умение работать в проекте как ключевые компетенции XXI века.

В Российской Федерации данная тенденция закреплена на государственном уровне в ряде стратегических документов. Национальный проект «Образование» и федеральный проект «Цифровая образовательная среда» направлены на формирование у обучающихся актуальных и востребованных навыков, в том числе в области технологий. Введение обновленного Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) основного общего образования акцентирует внимание на достижении метапредметных и личностных результатов, среди которых особое место занимает способность к самостоятельному проектированию и конструированию [35]. Предметная область «Технология» трансформируется из дисциплины, ориентированной на ручной труд, в предмет, формирующий инженерное мышление и IT-компетенции.

В контексте Удмуртской Республики, являющейся одним из промышленных центров России с развитым машиностроительным и оборонным комплексом (такие предприятия как АО «Ижевский мотозавод «Аксион-холдинг», ПАО «Ижсталь»), потребность в инженерно-технических кадрах является особенно острой. Развитие технического образования в

ВКР УдГУ

школах Удмуртии соответствует задачам, поставленным в региональных программах развития образования и кадрового потенциала, и способствует ранней профориентации учащихся, их подготовке к осознанному выбору профессий, востребованных в регионе.

Современный этап научно-технического прогресса, характеризуемый цифровизацией и роботизацией всех сфер жизни, определяет новые вызовы для системы общего образования. Формирование инженерного мышления, навыков проектирования и самостоятельного решения комплексных технических задач становится неотъемлемой частью технологической подготовки школьников. Робототехника, интегрирующая в себе знания из информатики, физики, математики и технологии, представляет собой уникальную образовательную среду для развития данных компетенций.

Итак, формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты в рамках реализации Федерального государственного образовательного стандарта является важным элементом в осуществлении образовательной деятельности.

В ходе анализа теории и практики технологического образования были выявлены следующие **противоречия**:

1) Между потребностью общества в выпускниках, обладающих умением самостоятельного проектирования и реализации технических решений, и преобладанием репродуктивных, инструктивных методов обучения робототехнике и техническому творчеству в массовой школьной практике.

2) Между высоким уровнем мотивации учащихся к работе с высокотехнологичным оборудованием и дефицитом педагогических технологий, позволяющих трансформировать этот интерес в устойчивое предметное умение.

3) Между необходимостью создания образовательной среды, в условиях которой учащиеся успешно применяют знания из различных

ВКР УдГУ

областей IT-технологий для реализации технических проектов и отсутствием соответствующих педагогических методик.

Проблема исследования связана с выявленными противоречиями какая педагогическая технология способствует эффективному формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов в рамках предметной области «Технология».

Цель: разработать, теоретически обосновать и апробировать педагогическую технологию формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятого класса на уроках «Технологии».

Объект: учебно-воспитательный процесс на уроках труда (технологии) в девятом классе общеобразовательной школы.

Предмет: педагогическая технология формирования умения самостоятельного осуществления технических проектов.

Гипотеза исследования: формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятого класса будет проходить более эффективно, если:

- определена структура и критерии сформированности данного предметного умения;
- содержание двух модулей «3D-моделирование, прототипирование и макетирование» и модуль «Робототехника» будет объединено по принципу взаимодополняемости.
- разработана и внедрена педагогическая технология, основанная на принципах проблемно-проектного обучения и способствующая прохождению учащимися полного цикла создания технического объекта без внешнего управления.

Исходя из вышеуказанной гипотезы можно сформулировать следующие **задачи**:

1) определить структуру понятия данного умения и критерии его сформированности.

ВКР УлГУ

2) определить методы обучения, способствующие умению учащихся без внешнего управления проходить полный цикл создания технического объекта.

3) разработать педагогическую технологию, основанную на принципах проблемно-проектного обучения.

4) модернизировать рабочую программу по предмету «труд (технология)».

5) апробировать педагогическую технологию на учащихся девятого класса общеобразовательной школы.

Теоретической основой исследования послужили:

1) Теория проблемного и проектного обучения (труды Л.С. Выготского, а также современных отечественных исследователей И.А. Зимней, Е.С. Полат).

2) Дидактические принципы и подходы в контексте технологического образования: компетентностный подход, личностно-деятельностный подход (П.Я. Гальперин, А.Н. Леонтьев), теория поэтапного формирования умственных действий.

3) Психолого-педагогические исследования возрастных особенностей учащихся подросткового возраста (Л.С. Выготский, Д.Б. Эльконин), мотивации и самостоятельности в учебной деятельности.

4) Нормативные документы: Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО), Примерная основная образовательная программа основного общего образования, предметные концепции по «Технологии».

ВКР УлГУ

1. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

1.1. Сущность понятия «умение самостоятельного осуществления технических проектов»

В современной педагогической науке проблема формирования у обучающихся умений самостоятельной проектной деятельности является одной из ключевых, что обусловлено требованиями Федерального государственного образовательного стандарта к достижению метапредметных и предметных результатов. В контексте технологического образования особую значимость приобретает формирование умения самостоятельно осуществлять робототехнические проекты, которое рассматривается как интегративная характеристика готовности школьника к решению инженерно-технических задач.

Для определения сущности данного понятия необходимо обратиться к анализу его составляющих: «умение», «самостоятельность», «технический проект».

Умение в психолого-педагогической литературе трактуется как освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретённых знаний и навыков [1]. П.Я. Гальперин рассматривал умение как сложное структурное образование, включающее ориентировочную, исполнительную и контрольную части деятельности [7]. В отличие от навыка, который характеризуется автоматизированностью, умение всегда осознанно и предполагает возможность переноса способа действия в новые условия.

Самостоятельность в учебной деятельности понимается как способность учащегося без посторонней помощи ставить цели, планировать, контролировать и оценивать свои действия, корректировать их в зависимости от условий [18]. В контексте проектной деятельности самостоятельность проявляется в инициативности, ответственности за результат и способности принимать решения в условиях неопределённости.

ВКР УлГУ

Технический проект представляет собой комплексную задачу, связанную с разработкой, конструированием, созданием и испытанием технического объекта или системы. В школьной практике по В.Д. Симоненко технический проект включает такие этапы, как выявление технической проблемы, анализ условий, поиск и обоснование решения, моделирование, конструирование, изготовление, тестирование и презентация результата [24].

Интеграция данных понятий позволяет сформулировать следующее определение: умение самостоятельно осуществлять технические проекты – это интегративное личностное образование, характеризующееся способностью учащегося без внешнего управления проходить полный цикл создания технического объекта: от осознания проблемы и формулирования цели до получения и оценки готового продукта, с применением знаний и методов из области техники, технологии, конструирования и программирования.

Мы определили, что умение самостоятельно осуществлять технические проекты состоит из перечисленных ниже знаний, умений и навыков (согласно Федеральной рабочей программе [33] по предмету труд (технология) для девятого класса). Деление на компоненты сформировано нами с помощью этапов проектной деятельности:

1. Знание этапов проектной деятельности и умение применять их при создании технического объекта (от выявления проблемы до защиты результата).
2. Умение самостоятельно выявлять техническую проблему или противоречие в работе устройства и формулировать на её основе цель и задачи проекта.
3. Навык поиска, анализа и структурирования технической информации из различных источников для обоснования принятых решений (важно умение критической оценки информации).
4. Знание базовых физических принципов и умение применять их при проектировании и отладке робототехнических систем.

ВКР УлГУ

5. Владение основами алгоритмизации и программирования в среде, включая работу с датчиками, циклами и условными операторами.

6. Навыки параметрического 3D-моделирования в САПР: создание эскизов, построение трёхмерных тел, модификация моделей, подготовка к печати.

7. Умение проектировать детали с учётом функциональных требований.

8. Навык работы на 3D-принтере (подготовка, запуск печати, контроль процесса, пост-обработка деталей).

9. Умение собирать и настраивать робототехническое устройство (механическая сборка, подключение датчиков и моторов).

10. Навыки планирования собственной деятельности: составление реалистичного плана работ с учётом времени и ресурсов, распределение этапов проекта, корректировка плана по мере необходимости.

11. Умение проводить испытания и итерационную доработку прототипа: фиксация результатов тестов, выявление причин неполадок, внесение изменений в конструкцию или программу, повторное тестирование.

12. Владение приёмами самооценки и рефлексии: анализ собственных действий, выявление удачных решений и ошибок, формулирование выводов для последующего совершенствования.

13. Умение оформлять проектную документацию (эскизы, чертежи, записи в инженерном дневнике, фотографии этапов, презентацию) и представлять результаты работы в публичном выступлении.

14. Навыки коммуникации и командной работы (при групповом проекте): умение аргументировать свою позицию, договариваться, распределять роли, оказывать взаимопомощь.

Разделим перечень знаний, умений и навыков (ЗУН) по этапам проекта, которые были сформулированы нами на основе классических этапов технического проекта. Этапы будем использовать следующие:

ВКР УлГУ

1. Организационно-подготовительный. Ученики выбирают задачу, анализируют имеющийся конструктор (какие детали, моторы, датчики есть для создания робототехнического устройства), формулируют цель своего проекта.

2. Первичная сборка из готовых деталей. Собирают базовую механику из того, что есть в коробке. На этом этапе выявляют нехватку деталей для полноценной работы устройства.

3. Проектирование недостающих деталей и 3D-печать. Создают 3D-модели нужных компонентов (в Компас 3D), печатают их на принтере, обрабатывают.

4. Доработка сборки и полная сборка устройства. Интегрируют напечатанные детали, окончательно собирают механику, подключают моторы и датчики к контроллеру.

5. Программирование и начальная отладка. Пишут программу (движение, реакции на датчики), загружают в контроллер, проверяют, что всё работает.

6. Испытания и итерационная доработка. Тестируют в реальных условиях; при ошибках возвращаются на этап 3 (допечатать деталь, перепечатать её заново или изменив модель напечатать), 4 (пересобрать робота) или 5 (поправить код, внести в него какие-либо изменения).

7. Оформление документации и защита. Оформляют инженерный дневник (с фотографиями всех итераций), готовят презентацию на защиту проекта, выступают (защищают проект перед аудиторией – одноклассниками), проводят рефлексию.

Ниже приведена таблица распределения знаний, умений и навыков по этапам технического проекта (Таб. 1). Отдельно мы выделили навыки коммуникации и командной работы – они важны на всех этапах при групповой работе, но для определённости отнесём их к подготовительному и заключительному этапам, где взаимодействие наиболее интенсивно.

ВКР УдГУ

Таблица 1.1

Распределение знаний, умений и навыков по этапам проектной деятельности

Этап проекта	**Формируемые знания, умения, навыки (из перечня)**
1. Организационно-подготовительный	• Знание этапов проектной деятельности и умение применять их. • Умение выявлять техническую проблему (что мы хотим, а что есть) и формулировать цель и задачи. • Навык поиска и анализа информации (например, какие детали можно напечатать, какие бывают решения). • Навыки коммуникации и командной работы (распределить, кто что ищет, кто за какой блок отвечает).
2. Первичная сборка из готовых деталей	• Умение собирать базовое устройство (механическая сборка, установка моторов/датчиков – но пока из коробки).
3. Проектирование недостающих деталей и 3D-печать	• Навыки параметрического 3D-моделирования в САПР (эскизы, тела, подготовка к печати). • Умение проектировать детали с учётом функциональных требований и технологических ограничений (прочность, совместимость с существующими узлами, особенности FDM-печати). • Знание базовых физических принципов (механика, передача движения, силы) – для обоснования формы детали. • Навык работы на 3D-принтере (подготовка, запуск, пост-обработка).
4. Доработка сборки и полная сборка устройства	• Умение собирать и настраивать робототехническое устройство (теперь уже с напечатанными деталями, полное подключение датчиков и моторов).

ВКР УлГУ

5. Программирование и начальная отладка	• Умение оформлять проектную документацию (эскизы, чертежи, записи в инженерном дневнике, фотографии этапов, презентацию) и представлять результаты работы в публичном выступлении. • Владение приёмами самооценки и рефлексии: анализ собственных действий, выявление удачных решений и ошибок, формулирование выводов для последующего совершенствования. • Навыки коммуникации и командной работы – особенно при публичной защите и обсуждении результатов.
6.Испытания и итерационная доработка	• Умение проводить испытания и итерационную доработку прототипа: фиксация результатов, выявление причин неполадок, внесение изменений в конструкцию (возврат на этап 3) или программу (возврат на этап 5), повторное тестирование. • Навыки планирования собственной деятельности (корректировка плана по мере необходимости – это здесь и проявляется).
7. Оформление документации и защита	• Умение оформлять проектную документацию (инженерный дневник с фотографиями всех итераций, чертежи, презентация). • Владение приёмами самооценки и рефлексии (анализ собственных действий, выявление удачных решений и ошибок, выводы). • Навыки коммуникации и командной работы – при подготовке выступления и ответах на вопросы (особенно после реальных итераций).

ВКР УлГУ

Таким образом, каждый этап проектной деятельности вносит вклад в формирование конкретных знаний, умений и навыков, от начального поиска проблемы до итоговой рефлексии и презентации.

Исходя из вышеперечисленных составляющих предметного умения самостоятельно осуществлять технические проекты, мы можем определить критерии сформированности данного умения. Они приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Критерии сформированности знаний, умений и навыков

№	Знания, умения и навыки	Низкий уровень (репродуктивный)	Средний уровень (частично-поисковый)	Высокий уровень (творческий)
1	**Знание этапов проектной деятельности и умение их применять**	Не знает этапы, действует хаотично, нуждается в пошаговой инструкции	Знает общую последовательность, но допускает пропуски, требуется напоминание	Чётко знает и осознанно проходит все этапы (проблема → цель → планирование → реализация → защита)
2	**Умение выявлять техническую проблему и формулировать цель проекта**	Не видит проблемы, ждёт готовой формулировки от учителя	Видит проблему с помощью наводящих вопросов, формулирует цель по шаблону	Самостоятельно обнаруживает противоречие, ставит конкретную, измеримую цель
3	**Навык поиска, анализа и структурирования технической информации**	Использует только готовые материалы, предоставленные учителем	Находит информацию по заданию, но не анализирует её критически	Самостоятельно ищет, сравнивает, отбирает и структурирует информацию из разных источников
4	**Знание физических принципов и умение применять их в проектировании**	Не может объяснить, почему работает/не работает устройство	Объясняет принципы с опорой на образец или подсказку	Самостоятельно применяет законы механики, физики для обоснования конструктивных решений

ВКР УлГУ

5	**Владение основами алгоритмизации и программирования**	Копирует готовые программы, не понимая логики	Модифицирует готовые алгоритмы под свои задачи	Самостоятельно разрабатывает алгоритмы, использует датчики, циклы, условия
6	**Навыки параметрического 3D-моделирования в САПР**	Затрудняется создать модель, нуждается в прямом показе	Создаёт простые модели по инструкции, допускает ошибки	Уверенно создаёт сложные модели, использует все основные инструменты САПР
7	**Умение проектировать детали с учётом функциональных и технологических ограничений**	Не учитывает ограничения, деталь не функциональна или не печатается	Учитывает основные ограничения, но допускает недочёты (например, неправильные допуски)	Проектирует деталь, полностью соответствующую техническому заданию и технологическим возможностям
8	**Навык работы на 3D-принтере**	Не умеет подготавливать и запускать печать, нуждается в помощи	Выполняет операции с контролем учителя	Самостоятельно подготавливает модель, настраивает принтер, контролирует процесс
9	**Умение собирать и настраивать робототехническое устройство**	Собирает только по готовой инструкции, не может интегрировать свою деталь	Собирает с использованием инструкции, интегрирует деталь с помощью	Самостоятельно собирает, интегрирует печатные детали, настраивает механику
10	**Навыки планирования собственной деятельности**	Не планирует, действует методом проб и ошибок	Составляет план с помощью шаблона, но часто отклоняется	Самостоятельно составляет детальный реалистичный план, корректирует его по ходу

ВКРУАГУ

11	**Умение проводить испытания и итерационную доработку прототипа**	При неудаче бросает работу или требует готового решения	Проводит испытания, но не всегда анализирует причины ошибок	Системно тестирует, анализирует причины, дорабатывает конструкцию/программу циклично
12	**Владение приёмами самооценки и рефлексии**	Даёт эмоциональную оценку («получилось/не получилось»)	Может перечислить свои действия и итог, но не анализирует причины	Проводит развёрнутый анализ, видит сильные стороны и недостатки, предлагает пути улучшения
13	**Умение оформлять проектную документацию и представлять результаты**	Не ведёт документацию, при защите сбивчив, не отвечает на вопросы	Ведёт документацию частично, при защите рассказывает, но теряется при вопросах	Полно ведёт инженерный дневник, уверенно защищает, аргументирует решения
14	**Навыки коммуникации и командной работы (при групповом проекте)**	Не участвует в обсуждении или мешает работе группы	Участвует, но пассивен, редко предлагает идеи	Активно участвует, предлагает идеи, договаривается, распределяет роли

Таким образом, умение самостоятельно осуществлять технические проекты является сложным, многоуровневым образованием, формирование которого требует целенаправленной педагогической работы, учитывающей возрастные особенности учащихся и специфику технического творчества. В настоящем исследовании данное умение рассматривается на примере робототехнических проектов, интегрирующих знания и навыки из области механики, программирования и цифрового производства.

ВКР УлГУ

1.2. Педагогические подходы, методы и формы формирования умения самостоятельного осуществления технических проектов

Формирование сложного интегративного умения требует опоры на комплекс методологических подходов, обеспечивающих его целостное развитие в образовательном процессе. Рассмотрим несколько подходов, наиболее подходящих нам исходя из гипотезы.

Одним из первых необходимо изучить **системно-деятельностный подход** [6, 17], который является методологической основой ФГОС ООО. В контексте формирования умения осуществлять технические проекты данный подход реализуется через:

- организацию обучения как деятельности, имеющей мотив, цель, систему действий и результат;
- поэтапное усложнение проектных задач, обеспечивающее переход от репродуктивной деятельности к творческой;
- формирование обобщённых способов действий, применимых в различных технических ситуациях;
- включение учащихся в активную познавательную и преобразовательную деятельность на всех этапах работы над проектом.

Все вышеперечисленные пункты отражаются в принципах работы на уроках труда. Как отмечал В.В. Давыдов, именно в деятельности формируются способности к целеполаганию, планированию, контролю и оценке, что составляет ядро самостоятельности [11]. Применительно к техническому проектированию это означает, что учащийся не просто выполняет операции по инструкции, а осваивает логику проектного цикла в целом.

Поскольку основной работой учащихся является прохождение всех этапов проектной работы, также рассмотрим **проблемно-проектный подход**. Данный подход ориентирует на организацию обучения через решение последовательности проблемных ситуаций, приближенных к реальным инженерным задачам. Стоит отметить, что некоторые исследователи

ВКР УлГУ

выделяют проблемный подход [18], в котором одним из ключевых методов обучения является проектный [22]. Однако при изучении литературы мы нашли упоминание проблемно-проектного подхода как целостную структуру. Определим ключевые принципы подхода:

- постановка перед учащимися задачи, не имеющей готового алгоритма решения;
- создание условий для самостоятельного поиска и «открытия» нового знания;
- организация обучения как целостной проектной деятельности, имитирующей этапы реального инженерного проектирования.

В рамках данного подхода особую значимость приобретает метод «параметрического вызова» – постановка задачи с чёткими ограничениями по ресурсам, времени, функциональным характеристикам, что стимулирует поиск оптимального решения и развивает инженерное мышление.

Компетентностный подход акцентирует внимание на способности применять полученные знания и умения в реальных, в том числе нестандартных, ситуациях [12]. Формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты рассматривается как основа для развития ключевых компетенций:

- учебно-познавательной (способность к самостоятельному познанию);
- информационной (умение работать с технической информацией);
- коммуникативной (способность к презентации и защите результатов);
- социально-трудовой (готовность к решению практических задач).

Определив выше сущностные характеристики и ключевые подходы к формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты, мы переходим к вопросу о конкретных методах и формах организации обучения, которые позволяют реализовать эти подходы на практике. Как

ВКР УлГУ

справедливо отмечают исследователи, именно на уровне методов и форм происходит «материализация» теоретических конструкций, перевод принципов в практику. В нашем исследовании мы стремимся выстроить такую систему методов, которая бы органично вытекала из выделенных нами подходов – системно-деятельностного, проблемно-проектного и компетентностного – и одновременно учитывала возрастные особенности учащихся девятых классов.

Прежде чем перейти к подробной характеристике отдельных методов, необходимо подчеркнуть ключевую идею, которая определяет логику их отбора и сочетания. Если системно-деятельностный подход требует включения учащихся в активную преобразовательную деятельность, а проблемно-проектный подход акцентирует необходимость работы с нестандартными задачами, то и методы должны быть направлены на постепенное нарастание самостоятельности – от выполнения простых операций по образцу до полного цикла творческого проектирования. Эта логика, как мы покажем далее, проходит красной нитью через все группы используемых нами методов.

- **Методы стимулирования и мотивации**.

В русле личностно-ориентированного подхода, требующего учёта внутренних мотивов и интересов учащихся, мы обращаемся прежде всего к методам, формирующим устойчивую мотивацию к техническому творчеству. Как отмечают исследователи, в подростковом возрасте учебная мотивация становится избирательной: учащиеся проявляют высокую активность лишь в тех видах деятельности, которые соответствуют их интересам и жизненным планам. Это наблюдение имеет для нас ключевое значение.

Анализируя методическую литературу, мы выделяем несколько эффективных стимулирующих методов, которые непосредственно вытекают из принципов проблемно-проектного подхода. Прежде всего, это создание проблемных ситуаций, требующих технического решения. Данный метод рассматривается в работах В.В. Тарапаты, которые подчёркивают, что

ВКР УлГУ

постановка перед учащимися задачи, не имеющей очевидного алгоритма решения, активизирует поисковую деятельность и формирует устойчивый познавательный интерес [26]. В нашей педагогической технологии этот метод реализуется через «параметрические вызовы» (задания с чёткими ограничениями, где ученик самостоятельно ищет оптимальное инженерное решение).

Кроме того, в рамках компетентностного подхода, ориентирующего на связь образования с реальной жизнью, важную роль играет демонстрация практической значимости проектов. Исследования показывают, что связь учебных задач с реальными жизненными ситуациями и будущей профессиональной деятельностью существенно повышает мотивацию школьников. В контексте нашего исследования это означает, что каждый робототехнический проект должен иметь очевидную прикладную ценность – будь то автоматизация школьного процесса, помощь в быту или решение экологической проблемы.

Наконец, использование соревновательных элементов и привлечение к участию в конкурсах технического творчества также выступает мощным мотивационным фактором, что подтверждено исследованиями в области образовательной робототехники. Соревновательная среда стимулирует школьников к более глубокому осмыслению своей работы, поиску нестандартных решений и качественному оформлению результатов, что полностью соответствует требованиям проблемно-проектного подхода.

- **Методы организации и осуществления проектной деятельности**

Логическим продолжением нашей теоретической линии является обращение к методам, непосредственно организующим процесс обучения. Если мотивационные методы отвечают на вопрос «зачем?», то методы организации и осуществления деятельности отвечают на вопрос «как?». Мы опираемся здесь на классификацию, принятую в современной дидактике, выделяя информационно-рецептивные, репродуктивные, проблемно-

ВКР УлГУ

поисковые и исследовательские методы. Важно подчеркнуть, что в нашей технологии эти методы выстраиваются в последовательность, соответствующую этапам формирования самостоятельности, что является прямой реализацией системно-деятельностного подхода.

На начальном, адаптационно-ознакомительном этапе, когда учащиеся только знакомятся с базовыми инструментами (датчиками, моторами, средой программирования, основами работы в САПР), мы используем информационно-рецептивные и репродуктивные методы. Как показывают исследования некоторых источников, освоение базовых операций требует чётких инструкций и упражнений по образцу. Нельзя требовать от учащихся творческой самостоятельности, пока у них не сформирован минимальный инструментарий. Поэтому на первых занятиях мы используем объяснение, демонстрацию алгоритмов работы, знакомство с образцами и выполнение тренировочных заданий.

По мере освоения базовых навыков и накопления опыта мы переходим к проблемно-поисковым методам, которые занимают центральное место в нашей педагогической технологии и являются прямым воплощением проблемно-проектного подхода. Их сущность заключается в постановке перед учащимися задачи, не имеющей готового алгоритма решения. Эффективность проблемно-поисковых методов в обучении робототехнике обусловлена тем, что они моделируют реальную инженерную ситуацию, где специалист сталкивается с неизвестностью и должен самостоятельно находить пути решения. В нашей практике это выражается в «параметрических вызовах» – заданиях, где ученику сообщаются только исходные данные и критерии успеха, а способ достижения результата он определяет сам.

Завершающим и интегрирующим все предшествующие методы выступает метод проектов, который мы рассматриваем не как отдельный приём, а как комплексный метод, организующий всю деятельность учащихся на завершающем этапе обучения. Данный метод является наиболее полным выражением компетентностного и проблемно-проектного подходов,

ВКР УлГУ

поскольку требует от учащегося самостоятельного прохождения всех этапов работы – от формулировки проблемы до презентации результата. Согласно исследованиям В.В. Тарапаты [27], метод проектов в робототехнике позволяет интегрировать знания из различных предметных областей и обеспечивает целостное формирование всех компонентов проектной компетенции.

Плавно переходя к следующей группе методов, отметим, что на всех этапах работы, особенно в процессе тестирования и доработки прототипа, большое значение приобретают исследовательские методы. Изучение свойств материалов, анализ причин неполадок, проведение сравнительных испытаний – всё это требует от учащихся не просто исполнительских действий, а подлинной исследовательской позиции. В некоторых работах подчёркивается, что использование исследовательских методов в обучении робототехнике способствует формированию у школьников научного стиля мышления и готовности к непрерывному обучению.

- Методы контроля и самоконтроля

Важнейшим компонентом формирования самостоятельности, как мы обосновали в параграфе 1.1, является развитие у учащихся способности оценивать свою работу. Опираясь на принципы системно-деятельностного подхода, в котором контроль и оценка рассматриваются как неотъемлемые элементы самой деятельности, мы обращаемся к методам, обеспечивающим рефлексивный компонент нашего умения.

Как показывают исследования, эффективность проектной деятельности существенно повышается, если учащийся ведёт систематическую документацию своего проекта. В нашей технологии эту функцию выполняет «Инженерный дневник» – специальная рабочая тетрадь, где ученик фиксирует эскизы, расчёты, результаты тестов и анализ ошибок. Ведение дневника превращается в метод самоорганизации и самоконтроля, что является практической реализацией требований компетентностного подхода к формированию регулятивных умений.

ВКР УдГУ

Помимо этого, мы используем поэтапную рефлексию и самооценку, а также взаимное рецензирование проектов. Исследования показывают, что взаимная экспертиза в группе проектов не только повышает качество работ, но и формирует у учащихся более объективное отношение к результатам своего труда. Завершающим методом контроля выступает публичная защита проекта с привлечением экспертов, которая позволяет оценить не только технический результат, но и умение его презентовать и аргументировать принятые решения.

Завершая характеристику методов, мы переходим к рассмотрению форм организации обучения – той внешней оболочки, в которой методы реализуются. Если методы отвечают на вопрос «как учить?», то формы определяют «где, когда и в каком взаимодействии» происходит обучение. Выбор форм также подчинён логике выделенных нами подходов и должен обеспечивать постепенное нарастание самостоятельности учащихся.

На начальном этапе, в соответствии с логикой системно-деятельностного подхода, преобладают **фронтальные формы работы**, которые, по мнению исследователей, наиболее эффективны при формировании базовых знаний и отработке универсальных алгоритмов действий. Мы проводим комбинированные уроки, уроки-практикумы и уроки-лаборатории. По мере освоения материала и перехода к решению проблемных задач происходит переход к **групповым формам** (работа в парах, малых группах). Затем, на этапе самостоятельного проектирования, осуществляется не только групповая, но и индивидуальная работа над проектом. При этом на завершающем этапе особое значение приобретают уроки-презентации, где каждый ученик или группа представляет результат своего труда, что соответствует требованиям компетентностного подхода к публичной демонстрации достижений.

Как показывает практика и подтверждают исследования, техническое творчество не может быть ограничено рамками урока. Поэтому мы предусматриваем использование **внеурочных форм** деятельности: особое

ВКР УлГУ

значение, на наш взгляд, имеет участие в конкурсах и хакатонах. Исследования В.В. Тарапаты подтверждают, что соревновательная среда существенно повышает мотивацию учащихся и качество проектов, что является прямым следствием реализации проблемно-проектного подхода.

Наиболее интересной и эффективной формой, которую мы используем в нашей педагогической технологии, являются проектные сессии. Эта форма организации обучения наиболее полно воплощает идеи проблемно-проектного и системно-деятельностного подходов, предполагая «погружение» в проблему: интенсивную работу над проектом в течение нескольких занятий (или целого учебного дня) с последующей защитой результатов. Также мы используем питч-сессии – краткие презентации идей и промежуточных результатов, которые позволяют получить обратную связь от одноклассников и учителя на ранних этапах работы. Эти формы создают условия для развития коммуникативных и презентационных умений, что является важной составляющей формируемого нами комплексного умения.

Важным условием эффективности является поэтапность в применении методов и форм. На первом этапе (адаптационно-ознакомительном) преобладают репродуктивные методы и фронтальные формы. На втором этапе (проблемно-аналитическом) – проблемно-поисковые методы и групповая работа. На третьем этапе (проектно-конструкторском) – исследовательские методы, метод проектов, индивидуальная и групповая работа с консультативной поддержкой. На четвёртом этапе (рефлексивно-оценочном) – методы самооценки, презентации и публичной защиты.

Таким образом, формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты требует комплексного применения различных педагогических подходов, методов и форм, выстроенных в логике постепенного нарастания самостоятельности и усложнения проектных задач.

ВКР УлГУ

1.3. Возрастные и индивидуально-психологические особенности учащихся девятого класса как фактор формирования проектной самостоятельности

Учащиеся девятого класса (четырнадцать-пятнадцать лет) находятся на важном этапе возрастного развития – ранней юности, который характеризуется существенными изменениями в когнитивной, мотивационной и личностной сферах. Понимание этих особенностей является необходимым условием для эффективного проектирования педагогической технологии формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты.

Когнитивное развитие: согласно теории Ж. Пиаже [20], к четырнадцати-пятнадцати годам завершается формирование стадии формально-логических операций. Это проявляется в способности:

- мыслить гипотетико-дедуктивно, выдвигать и проверять гипотезы;
- оперировать абстрактными понятиями и моделями;
- видеть множественность возможных решений задачи;
- планировать свои действия в уме, прогнозируя результаты.

Как отмечает Л.С. Выготский, в этом возрасте активно развивается рефлексивное мышление – способность осознавать и анализировать собственные мыслительные процессы [6]. Это создаёт основу для формирования умения самостоятельно оценивать ход и результаты проектной деятельности, выявлять причины ошибок и находить пути их исправления.

Вместе с тем, как указывает Д.Б. Эльконин, когнитивное развитие в этом возрасте характеризуется неравномерностью: при потенциальной способности к сложным формам анализа и синтеза, реальные навыки планирования и самоконтроля могут быть ещё недостаточно устойчивы [29]. Это требует от педагога постепенного, поэтапного формирования проектной самостоятельности с опорой на внешние опоры (инструкционные карты, шаблоны, чек-листы).

ВКР УлГУ

Мотивационно-потребностная сфера. Ведущей деятельностью в девятом классе становится учебно-профессиональная [29]. Учащиеся начинают задумываться о выборе дальнейшего образовательного пути и профессии. Это создаёт уникальную возможность для мотивации технического проектирования через:

- связь проектов с реальными профессиями (инженер, конструктор, технолог, программист);
- демонстрацию практической, социальной или личностной значимости создаваемых продуктов;
- возможность профессиональных проб в ходе выполнения проектов.

Л.И. Божович подчёркивает, что в этом возрасте формируется «Я-концепция» [4], усиливается потребность в самоопределении и самоутверждении. Самостоятельное выполнение сложного, значимого проекта, получение осязаемого результата становится важным фактором самореализации и повышения самооценки.

Однако, учебная мотивация в этом возрасте может быть избирательной: учащиеся проявляют высокую активность в тех видах деятельности, которые соответствуют их интересам и жизненным планам, и снижают её в отношении «неинтересных» задач. Это требует индивидуализации проектных тем и заданий, предоставления учащимся права выбора в рамках изучаемого содержания.

Рассмотрим **эмоционально-личностную сферу**. Ранняя юность характеризуется:

- повышенной эмоциональной чувствительностью к оценкам окружающих;
- обострённой потребностью в признании со стороны сверстников и значимых взрослых;
- стремлением к самостоятельности, которое может сочетаться с неуверенностью в своих силах.

ВКР УлГУ

Эти особенности необходимо учитывать при организации проектной деятельности. С одной стороны, публичная защита проектов, возможность получить признание за свой труд является мощным мотиватором. С другой стороны, важно создавать в классе атмосферу психологической безопасности, где ошибка воспринимается не как провал, а как ценный опыт и источник для дальнейшего совершенствования.

Социальное развитие. В девятом классе резко возрастает значимость общения со сверстниками, формируются устойчивые дружеские группы. Это может быть эффективно использовано при организации парной и групповой работы над проектами. Однако, как предупреждает некоторые исследователи, в этом возрасте может проявляться конформизм или, наоборот, негативизм по отношению к мнению взрослых. Педагогу важно выстраивать отношения с учащимися на принципах уважения, диалога и сотрудничества, выступая в роли консультанта и наставника, а не «контролёра».

Индивидуальные различия. К девятому классу достаточно отчётливо проявляются индивидуальные особенности учащихся, значимые для проектной деятельности:

- тип мышления (технический, гуманитарный, художественный);
- стиль учебной деятельности;
- темп и способы усвоения нового материала;
- уровень сформированности регулятивных умений;
- склонность к индивидуальной или командной работе.

Педагогическая технология должна предусматривать возможность учёта этих различий через дифференциацию заданий, вариативность тем и уровней сложности проектов, а также через предоставление выбора ролей в групповой работе (генератор идей, конструктор, программист, оформитель, докладчик и т.д.).

Выводы по возрастной специфике: психологические особенности учащихся девятого класса создают как благоприятные условия, так и содержат

ВКР УлГУ

определённые риски для формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты.

Благоприятные факторы:

- развитое абстрактное и рефлексивное мышление;
- способность к планированию и прогнозированию;
- потребность в самоопределении и самореализации;
- интерес к практической, значимой деятельности.

Факторы риска и ограничения:

- возможная неустойчивость навыков самоорганизации;
- избирательность мотивации;
- повышенная чувствительность к оценке;
- неравномерность развития у разных учащихся.

Учёт этих факторов должен найти отражение в проектировании педагогической технологии: в выборе методов, форм организации, способов мотивации и оценивания, в обеспечении баланса между самостоятельностью и педагогической поддержкой.

Вывод по главе

Проведённый теоретический анализ позволил уточнить сущность понятия «умение самостоятельно осуществлять технические проекты» как интегративного личностного образования. Данное умение характеризуется способностью учащегося без внешнего управления проходить полный цикл создания технического объекта: от выявления проблемы до получения и оценки готового продукта.

1. Формирование исследуемого умения требует реализации комплекса педагогических подходов (системно-деятельностного, проблемно-проектного, компетентностного), обеспечивающих переход от репродуктивной деятельности к творческой. Эффективными методами являются проблемное изложение, решение параметрических задач, метод

ВКР УлГУ

проектов, исследовательский метод, а также методы рефлексии и самооценки. Организационные формы должны обеспечивать постепенное нарастание самостоятельности: от фронтальной работы к групповой и индивидуальной проектной деятельности.

2. Анализ возрастных особенностей учащихся девятого класса показал, что данный период является сензитивным для формирования проектной самостоятельности благодаря развитию абстрактного и рефлексивного мышления, потребности в самоопределении, интересу к практически значимой деятельности. Вместе с тем, необходимо учитывать возможные трудности, связанные с неустойчивостью самооценки, избирательностью мотивации и недостаточной сформированностью регулятивных навыков, что требует специальных педагогических условий: поэтапности, дифференциации, создания безопасной среды и обеспечения баланса между свободой и поддержкой.

Таким образом, теоретическое исследование подтверждает возможность и обосновывает необходимость разработки специальной педагогической технологии, направленной на формирование у учащихся девятого класса умения самостоятельно осуществлять технические проекты, что составит содержание следующей главы дипломной работы.

ВКР УдГУ

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

2.1. Модернизация содержания учебной программы

Учебная программа – это нормативный документ, определяющий содержание, объём, логику и последовательность изучения учебного предмета или курса, включая знания, умения, навыки и ожидаемые результаты обучения.

Анализ существующей программы. За основу для модернизации взята Федеральная рабочая программа (ФРП) [33] по учебному предмету «Труд (технология)». Федеральная рабочая программа (ФРП) – это официальный документ, утверждённый Министерством просвещения РФ в рамках Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО), определяющий содержание, цели, задачи, результаты и логику преподавания предмета (в данном случае «труд») для всех классов, начиная с пятого по девятый.

Поскольку целью работы является разработка педагогической технологии формирования предметного умения у учащихся девятых классов, были рассмотрены элементы рабочей программы, затрагивающие девятый класс. Рабочая программа рассчитана на изучение предмета 1 час в неделю (всего 34 ч).

Анализ Федеральной рабочей программы по технологии (2025 г.) выявил следующее:

1. Содержательные акценты в тематическом планировании за девятый класс (инвариантные модули):

- Модуль «Робототехника» (14 часов): программа предписывает конструирование, моделирование и программирование модели автоматизированной системы. Требует выполнения проекта по созданию робототехнического устройства для решения конкретной технологической задачи (3 часа).

ВКР УлГУ

- Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» (11 часов): акцент делается на компьютерном 3D-моделировании с последующим изготовлением изделий на станках с ЧПУ или 3D-принтерах. Также 4 часа выделено на осуществление творческого проекта.

2. Выявленное структурно-методическое противоречие в рамках ФРП: в федеральной программе описанные выше модули представлены как относительно самостоятельные блоки. Чёткий механизм их интеграции в рамках единого учебного проекта, где созданная учащимися 3D-модель становится не самоцелью, а необходимым средством для решения задачи робототехнического модуля, не прописан. Это создаёт риск формирования у учащихся разрозненных навыков, не объединённых в целостное умение комплексного инженерного проектирования.

Цель модернизации: преодолеть выявленное противоречие путём глубокой интеграции содержания модулей «Робототехника» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» федеральной программы в единую сквозную проектную деятельность, где объединены два тематических раздела «Основы проектной деятельности» (из указанных ранее модулей). Это обеспечит содержательное выполнение требований ФРП, а также способствует формированию внутренней мотивации учащихся к применению полученных знаний и умений моделирования в САПР.

Необходимым условием для реализации модернизированной части программы является полное прохождение и завершение модуля «Компьютерная графика. Черчение» (4 часа) и частичное прохождение модуля «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» (7 часов), поскольку для выполнения объединённой проектной деятельности необходимо применение знаний, умений и навыков проектирования и моделирования в САПР («Компас 3D»).

Ключевое изменение и обоснование соответствия ФРП: введение сквозного итогового проекта «Функциональное усовершенствование

ВКР УлГУ

робототехнического устройства средствами цифрового производства». Данный проект напрямую отвечает требованиям [33]:

- По робототехнике (ФРП): «Разрабатывать и собирать модель робототехнического устройства… для решения технологической задачи».
- По цифровому производству (ФРП): «Выполнять компьютерное 3D-моделирование деталей… Создавать управляющие программы для изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ (3D-принтер)».

Таблица 2.1

Структура модернизированного поурочного планирования, синтезированная на основе ФРП

№ п/п	**Название раздела и темы (Соответствие модулям ФРП)**	**Кол-во часов**	**Планируемый результат (на основе ФРП)**
Блок 1. Подготовительный (нет изменений)			
1.1. Модуль «Компьютерная графика. Черчение»			
1	Технология построения объёмных моделей и чертежей в САПР. Способы построения разрезов и сечений в САПР	4	
1.2. Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»			
2	Аддитивные технологии. Создание моделей, сложных объектов.	7	
Итого (Блок 1)		**11**	
Блок 2. Интегративный проект (Синтез модулей «Робототехника» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»)			

ВКР УлГУ

3	Основы проектной деятельности. Автоматизация и робототехника. Алгоритмизация и программирование робота. Решение типовой задачи (движение по траектории). **(Модуль «Робототехника»)**	1	Знать основные компоненты робототехнических систем. Составлять алгоритмы управления роботом.
4	Основы проектной деятельности. Анализ и проблематизация. Изучение типовых конструкций. Выявление функциональных ограничений и формулировка задач на модернизацию. Разработка технического задания (ТЗ) на проект. **(Модуль «Робототехника»)**	1	Анализировать возможности и ограничения робототехнических устройств.
5	Основы проектной деятельности. Разработка технического задания (ТЗ) на проект. Определение функций и параметров создаваемой 3D-детали. **(Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»)**	1	Планировать этапы создания робототехнического устройства.
6	Основы проектной деятельности. Проектирование функциональной детали в САПР в соответствии с ТЗ. Итерационный процесс. **(Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»)**	1	Проектировать деталь и планировать её интеграцию в устройство.

ВКР УлГУ

7	Основы проектной деятельности. Цифровое производство детали. Работа на 3D-принтере. Контроль качества печати. **(Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»)**	1	Изготавливать деталь на цифровом оборудовании.
8	Основы проектной деятельности. Сборка и интеграция. Монтаж детали на робота. Отладка конструкции и программы. Тестирование и оптимизация. Оценка эффективности решения. Рефлексия процесса. **(Модуль «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» «Робототехника»)**	1	Собирать и настраивать робототехническое устройство. Владение навыками самоконтроля и оценки.
9	Основы проектной деятельности. Презентация проекта. Демонстрация работы усовершенствованного устройства. Защита решения. **(Модуль «Робототехника»)**	1	Умение представлять результаты проектной деятельности.
Итого (Блок 2)		**7**	

Таким образом, модернизированная программа не противоречит, а развивает и конкретизирует Федеральную рабочую программу, выстраивая логичный педагогический мост между её модулями и превращая формальные требования в живую, мотивирующую и практико-ориентированную деятельность учащегося.

ВКРУлГУ

2.2. Разработка педагогической технологии поэтапного формирования умения

Разработанная нами модернизированная рабочая программа (п. 2.1) задаёт содержательную основу процесса формирования исследуемого умения. Однако для практической реализации образовательного процесса необходима педагогическая технология, понимаемая как «совокупность средств и методов воспроизведения теоретически обоснованных процессов обучения и воспитания, позволяющих успешно реализовывать поставленные образовательные цели» [3]. В нашем исследовании под педагогической технологией мы понимаем алгоритмизированную, воспроизводимую систему совместной деятельности учителя и учащихся, гарантирующую формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты.

Предлагаемая нами педагогическая технология построена в соответствии с общепринятой структурой и включает следующие взаимосвязанные блоки: целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-оценочный и результативный. Рассмотрим каждый из них подробно.

Целевой блок определяет направленность всей педагогической технологии. **Цель** нашей технологии заключается в формировании у учащихся девятых классов умения самостоятельно осуществлять технические проекты (на примере интеграции робототехники и 3D-моделирования) в процессе изучения предмета «Труд (технология)».

Концептуальный блок представляет собой совокупность исходных теоретических положений, на которых базируется наша технология. В его основе лежат следующие подходы.

1) Системно-деятельностный подход определяет организацию обучения как деятельность, имеющую мотив, цель, систему действий и результат. В нашей технологии это проявляется в том, что учащийся не просто выполняет отдельные операции, а осваивает целостную структуру проектной

ВКР УлГУ

деятельности от целеполагания до рефлексии. Рассмотрим некоторые принципы системно-деятельностного подохода:

- Принцип целостного охвата деятельности: учащийся осваивает не отдельные операции (нарисовать эскиз, написать цикл, нажать «печать»), а полный цикл проектной деятельности - от осознания проблемы до презентации результата. В нашей технологии это реализуется через сквозной проект, где каждый этап логически вытекает из предыдущего.
- Принцип поэтапного формирования самостоятельности: деятельность организуется как переход от выполнения действий по образцу (под руководством учителя) к самостоятельному планированию и реализации. На первых этапах учитель задаёт алгоритм, на последующих - только проблему и критерии, оставляя ученику свободу выбора решений.
- Принцип рефлексивной осознанности: каждое действие должно быть не только выполнено, но и осмыслено учеником. В нашей технологии это обеспечивается через обязательное ведение «Инженерного дневника», где фиксируются не только результаты, но и вопросы: «Почему я выбрал это решение?», «Что пошло не так и почему?».
- Принцип операциональной обратной связи: учитель оценивает не только конечный продукт, но и процесс его создания, указывая на конкретные действия, которые привели к успеху или ошибке. Это позволяет ученику корректировать свою деятельность не «вообще», а на уровне отдельных операций (например, «ты неправильно выбрал ориентацию детали на столе печати, из-за чего понадобились поддержки»).

2) Проблемно-проектный подход является системообразующим. Его ключевые принципы (проблемности, субъектности, интеграции знаний, итерационности, рефлексии) реализуются через систему «параметрических вызовов», где ученик сталкивается с задачей, не имеющей готового алгоритма решения, и самостоятельно выстраивает путь от идеи до работающего прототипа.

ВКР УлГУ

- Принцип практической значимости: учебная задача должна иметь очевидную связь с реальной жизнью, будущей профессией или решением конкретной проблемы. В нашей технологии это реализуется через «параметрические вызовы», моделирующие реальные инженерные задачи (например: «робот должен рассортировать детали на складе»).
- Принцип переноса умений в новые условия: учащийся должен быть способен применить сформированное умение не только в той ситуации, где оно было освоено, но и в изменённых условиях. В нашей технологии это обеспечивается вариативностью проектных заданий и предоставлением выбора темы проекта.
- Принцип публичной демонстрации компетенции: сформированность умения проверяется через его проявление в ситуации публичной защиты, где ученик должен не только продемонстрировать работающее устройство, но и аргументировать принятые решения, ответить на вопросы. Это моделирует реальные профессиональные ситуации (питч перед инвесторами, защита инженерного проекта).
- Умение формируется не в изолированной предметной области, а на стыке знаний из физики (механика), информатики (программирование), математики (расчёты), технологии (материаловедение, 3D-моделирование). В нашей технологии это достигается через проект, где ученик вынужден одновременно применять знания из разных дисциплин.

3) Компетентностный подход ориентирует на формирование у учащихся способности применять полученные знания и умения в реальных, в том числе нестандартных, ситуациях. Именно эта способность и составляет суть формируемого нами умения.

- Принцип проблемности как ядра деятельности. Обучение строится вокруг проблемной ситуации, не имеющей готового алгоритма решения. В нашей технологии это «параметрический вызов», где ученик сталкивается с противоречием между тем, что он хочет получить, и ограничениями (наличием только стандартных деталей конструктора).

ВКР УлГУ

- Принцип субъектной позиции учащегося. Ученик является не исполнителем инструкций, а автором проекта: он самостоятельно выявляет проблему, ставит цель, выбирает способы решения, проводит испытания и доработку. Учитель выступает как консультант, не дающий готовых ответов, а помогающий найти их самостоятельно.
- Принцип итерационного прототипирования. Проект не выполняется линейно («спроектировал → сделал → сдал»), а проходит через циклы «прототип → испытание → анализ ошибок → доработка». В нашей технологии этап 6 («Испытания и итерационная доработка») специально предусматривает возврат к предыдущим этапам (3, 4 или 5) при обнаружении недостатков, что формирует понимание ценности ошибки как источника улучшения.
- Принцип продуктной завершённости. Обязательным результатом является не «знание о том, как надо делать», а материальный, работающий продукт (в нашей технологии — робот с интегрированной 3D-деталью). Это повышает мотивацию и даёт возможность объективной оценки.
- Принцип рефлексивного замыкания цикла. Завершающим этапом проекта является не просто презентация, а рефлексия: анализ того, что получилось, что можно было сделать иначе, какие выводы можно извлечь для будущих проектов. В нашей технологии это реализуется через итоговую самооценку по карте «Юный инженер» и заключительные записи в «Инженерном дневнике».

Содержательный блок нашей технологии определяется модернизированной рабочей программой, подробно представленной в п. 2.1. В отличие от традиционного раздельного изучения 3D-моделирования и робототехники, мы выстраиваем содержание как единую сквозную линию, где освоение каждого нового инструмента (от создания эскиза в САПР до написания цикла в среде EV3) непосредственно подготавливает ученика к выполнению очередного шага проекта. Содержательно технология охватывает три взаимосвязанных направления: основы работы в системе

ВКР УлГУ

автоматизированного проектирования (создание эскизов, 3D-операции, подготовка модели к печати), базовая робототехника на платформе LEGO EV3 (кинематика, датчики, программирование) и *интегративная проектная деятельность*, в рамках которой все полученные знания и навыки применяются для решения конкретной технической задачи - от анализа ограничений стандартного конструктора до создания недостающей детали средствами 3D-печати и её включения в работающую систему.

Ключевая особенность предлагаемого нами содержания заключается в том, что 3D-моделирование и робототехника не изучаются как два изолированных раздела, а «встречаются» в едином проектном цикле. Учащийся сначала осваивает базовые операции в САПР и среде программирования на микро-примерах (спроектировать простую пластину, написать программу движения по квадрату), а затем, на этапе первичной сборки, самостоятельно обнаруживает, что стандартных деталей конструктора недостаточно для полноценной работы устройства. Именно в этот момент возникает естественная потребность в применении навыков 3D-проектирования: ученик возвращается к САПР, чтобы создать необходимый компонент, печатает его и интегрирует в проект. Таким образом, в нашей технологии содержание выстраивается не по модульному, а по циклическому принципу - повторяющееся обращение к ранее изученному материалу на новом, более сложном уровне проектной задачи формирует у учащихся не разрозненные знания, а целостную систему инженерных умений.

Технологический блок является ядром нашей педагогической технологии и представляет собой детализированную последовательность этапов совместной деятельности учителя и учащихся. Мы выделяем семь последовательных этапов, которые отражают реальную инженерную логику работы над техническим проектом и одновременно задают шаги по формированию самостоятельности учащихся.

В таблице 2.2 представлена поэтапная структура нашей педагогической технологии с указанием цели каждого этапа, деятельности учителя,

ВКР УлГУ

деятельности ученика, а также используемых на этапах методов и форм обучения.

Ключевая методическая идея, реализованная в данной технологической цепочке, заключается в постепенном нарастании самостоятельности учащихся. На первых двух этапах учитель выступает как организатор и модератор, задающий общие рамки. На этапах 3–5 учитель переходит в позицию консультанта, не дающего готовых решений, а помогающего найти их самостоятельно. На этапах 6–7 учитель становится экспертом и организатором рефлексии, передавая ученику полную ответственность за анализ и презентацию своей работы.

Таблица 2.2

Педагогическая технология формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты

Этап технологии	**Цель этапа**	**Деятельность учителя**	**Деятельность ученика**	**Методы и формы**
1. Организационно-подготовительный	Осознать техническую задачу, проанализировать имеющиеся ресурсы конструктора, сформулировать цель проекта	Предъявляет проблемную ситуацию («параметрический вызов»); организует инвентаризацию деталей LEGO EV3; знакомит со структурой «Инженерного дневника» и технического задания	Анализирует, какие компоненты есть в конструкторе, каких не хватает; формулирует цель и конкретные задачи; делает первые записи в «Дневнике»	*Методы:* проблемное изложение, анализ кейсов, мозговой штурм. *Формы:* фронтальная беседа, работа в группах

ВКР ЮГУ

2. Первичная сборка из готовых деталей	Собрать базовую механику, чтобы выявить реальный дефицит компонентов и обосновать необходимость доработки	Предоставляет минимальные инструкции (только общие принципы); наблюдает, фиксирует «точки остановки» учащихся	Собирает базовую модель из имеющихся деталей; фиксирует в «Дневнике», какие функции невозможны без дополнительных компонентов	*Методы:* упражнение по образцу, наблюдение, фиксация результатов. *Формы:* практикум, групповая работа
3. Проектирование недостающих деталей и 3D-печать	Создать недостающие компоненты средствами цифрового производства	Консультирует по работе в САПР (Компас 3D), но не даёт готовых моделей; организует доступ к 3D-принтеру, объясняет настройки слайсера	Создаёт 3D-модели недостающих деталей; подготавливает модель к печати; печатает деталь, при необходимости обрабатывает	*Методы:* алгоритмизация, практическая работа, метод проектов (частичный). *Формы:* индивидуальная работа за ПК, консультация
4. Доработка сборки и полная сборка устройства	Интегрировать напечатанные детали в общую конструкцию, получить полностью собранное механическое устройство	Помогает при проблемах совместимости (подсказывает, как измерить посадочные места); напоминает о ТБ	Устанавливает напечатанные детали на робота; подключает моторы и датчики к контроллеру; проверяет механику	*Методы:* упражнение, контрольная проверка, взаимоконтроль. *Формы:* групповая работа, практикум

ВКР ЧГУ

5. Программирование и начальная отладка	Оживить робота: написать программу и убедиться в работоспособности базовой логики	Даёт общее ТЗ на программу без детального алгоритма; консультирует по синтаксису, но не пишет код	Разрабатывает алгоритм и пишет программу (среда EV3); загружает программу в контроллер; проводит первичную отладку	*Методы:* алгоритмизация, проблемно-поисковый, программирование по ТЗ. *Формы:* индивидуальная работа за ПК, мини-исследование
6. Испытания и итерационная доработка	Проверить работу в реальных условиях, выявить ошибки и улучшить конструкцию/программу	Создаёт «полигон» для испытаний; учит анализировать причины сбоев; поощряет возврат на предыдущие этапы при необходимости	Проводит серию испытаний, фиксирует результаты; при ошибке анализирует причину и возвращается на этап 3, 4 или 5 для доработки; повторяет испытания	*Методы:* экспериментально-исследовательский, итерационный цикл, анализ ошибок. *Формы:* лабораторная работа, тестирование в малых группах
7. Оформление документации и защита	Представить свой инженерный путь, аргументировать решения и провести рефлексию	Организует питч-сессию / публичную защиту; оценивает проект по критериям; проводит групповую рефлексию	Оформляет «Инженерный дневник» (все этапы с фото и комментариями); готовит презентацию; выступает, отвечает на вопросы, анализирует успехи и трудности	*Методы:* рефлексия, самооценка, публичная презентация, взаимное рецензирование. *Формы:* питч-сессия, круглый стол, защита проектов

ВКР ЧГУ

Особого внимания заслуживает **итерационный характер** этапа 6, где учащийся получает право возврата на предыдущие этапы (3, 4 или 5) для доработки. Это моделирует реальную инженерную практику, где ошибка – не провал, а источник информации для совершенствования, и формирует у учащихся понимание ценности итерационного цикла «проектирование — изготовление — испытание — доработка».

Контрольно-оценочный блок нашей технологии включает систему диагностических процедур, позволяющих отслеживать динамику формирования исследуемого умения. В отличие от традиционного подхода, ориентированного преимущественно на оценку конечного продукта, мы выстраиваем оценку как процесс, охватывающий все этапы работы над проектом. Для этого нами разработан и апробирован комплекс диагностических средств, каждое из которых оценивает определённые компоненты умения самостоятельно осуществлять технические проекты.

Для диагностики был разработан авторский тест по техническому проектированию, включающий 24 задания разного типа (выбор одного ответа, выбор нескольких, установление последовательности, открытый краткий ответ, соотнесение). Тест построен на основе таксономии Б. Блума [34], что позволяет оценивать познавательную деятельность от уровня знания (например, воспроизведение операций САПР) до уровней анализа, синтеза и оценки (например, написание алгоритма движения робота, формулирование критериев самооценки). Подробнее данное средство для диагностики описано в третьей главе.

Вторым ключевым инструментом является карта наблюдения «Юный инженер», которая заполняется в двух вариантах: учителем (экспертная оценка) и каждым учеником (самооценка).

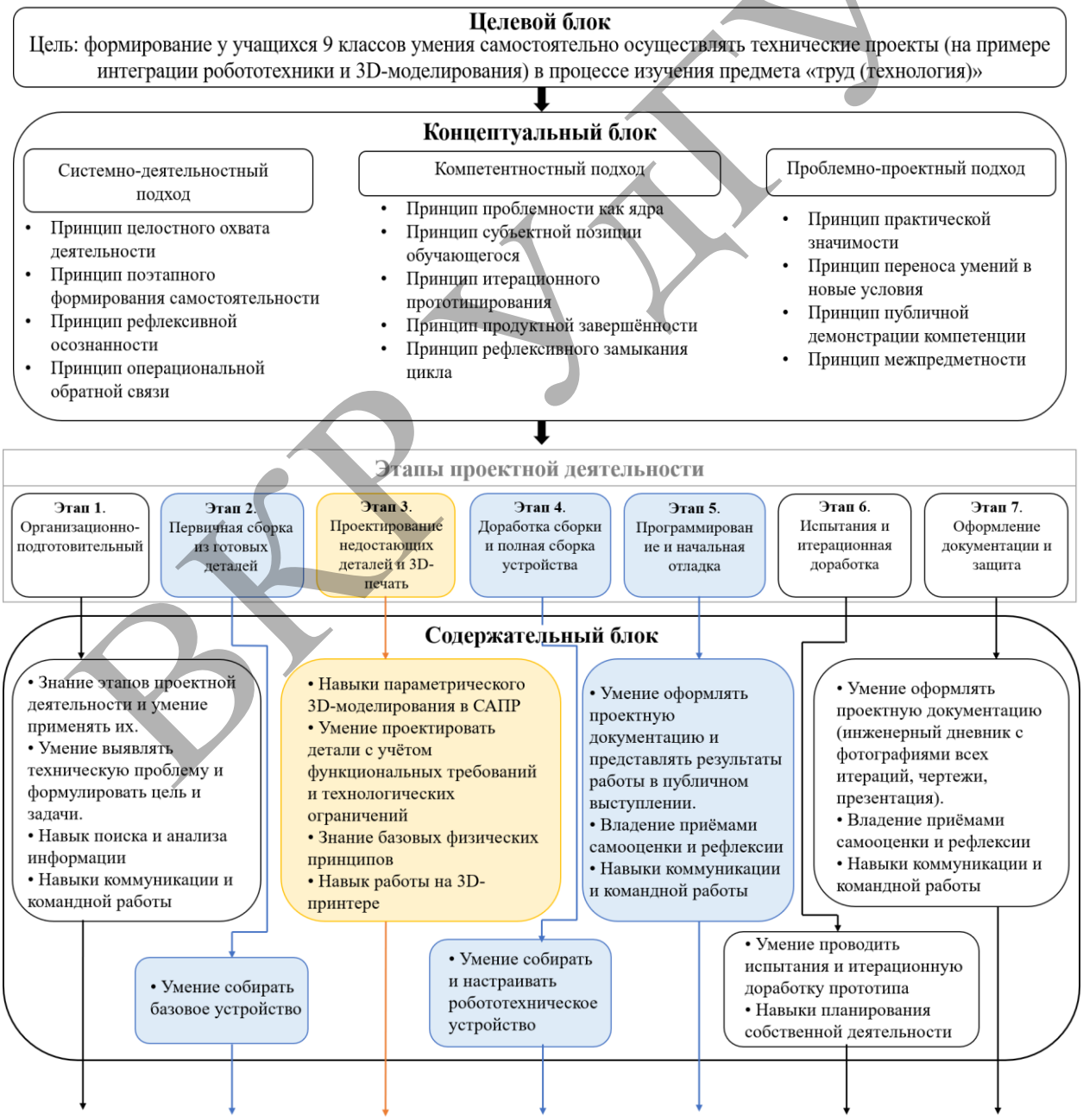
Третьим инструментом выступает проверка «Инженерного дневника» – сквозного документа, который ученик ведёт на протяжении всего проекта.

Ниже представлена модель педагогической технологии (Рис. 1). В модели присутствует выделение по цветам – голубой и оранжевый. Голубым

ВКР УлГУ

цветом выделены блоки, которые направлены на модуль «Робототехника», а оранжевым цветом – блоки модуля «3D-моделирование, прототипирование и макетирование», остальные блоки (не выделенные цветом) относятся к обоим блокам.

Результативный блок нашей технологии описывает ожидаемые результаты её реализации, которые фиксируются с помощью описанного выше диагностического комплекса. Данный блок входит в контрольно-оценочный. Более подробно об этом будет написано в третьей главе.



ВКР УлГУ

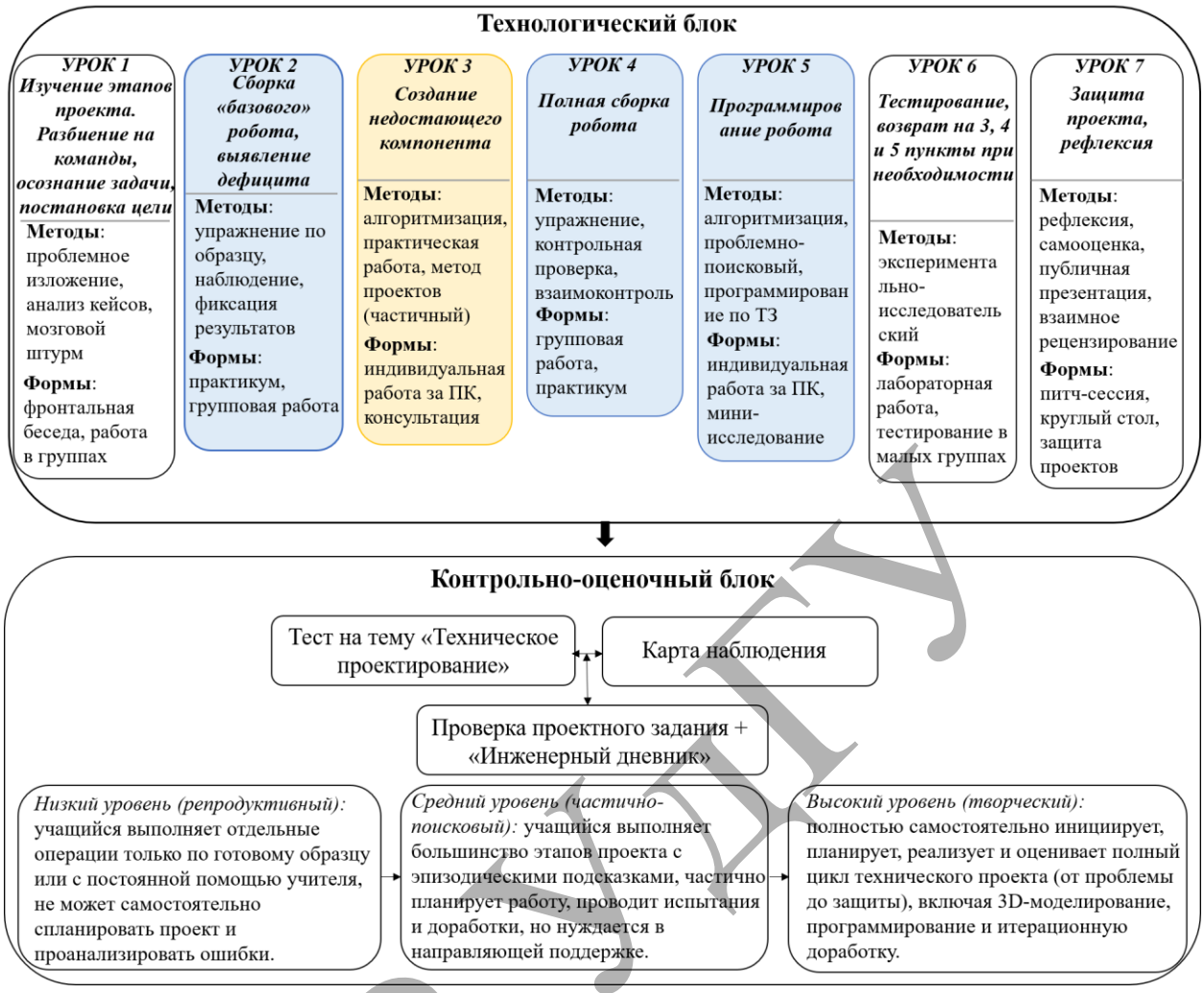


Рисунок 1. Модель педагогической технологии

Ключевым критерием успешности реализации технологии мы считаем положительную динамику по всем трём группам показателей (тест, карта наблюдения, качество дневника) у не менее чем 60% учащихся экспериментальной группы, а также статистически значимое различие между результатами экспериментальной и контрольной групп на контрольном этапе. Достижение этих показателей будет свидетельствовать об эффективности разработанной педагогической технологии.

2.3. Использование средств обучения для формирования предметного умения

Средство обучения в рамках разработанной технологии является комплексным и состоит из двух взаимосвязанных компонентов:

ВКР УлГУ

1. Процессуальный (ведущий) компонент: «Проектный дневник инженера» – специально разработанная рабочая тетрадь (в цифровом формате – чат-бот), структурирующая и фиксирующая самостоятельную деятельность ученика.

2. Материальный (результирующий) компонент: спроектированная, напечатанная на 3D-принтере и интегрированная в робототехническую систему (LEGO EV3) функциональная деталь как вещественное воплощение проекта.

Данный комплекс выполняет ключевую дидактическую функцию: он является инструментом формирования и одновременно объективным доказательством сформированности предметного умения.

Для формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты нами разработан комплекс средств обучения, включающий материальный «Инженерный дневник» и цифровое средство – чат-бот в социальной сети ВКонтакте.

Материальный «Инженерный дневник» представляет собой рабочую тетрадь, структурированную по семи этапам проекта (от организационно-подготовительного до защиты). Проектные инженерные дневники нужны для фиксации процесса разработки, защиты интеллектуальной собственности и оценки прогресса. Это официальный документ, в котором инженер записывает все идеи, расчеты, ошибки и решения от начала до конца проекта.

В разработанном нами дневнике учащийся фиксирует эскизы, скриншоты 3D-моделей, фотографии сборки, протоколы испытаний, анализ ошибок и итоговую рефлексию. Дневник выполняет структурирующую, рефлексивную и диагностическую функции, являясь основным документом, подтверждающим самостоятельность работы.

Цифровое средство – чат-бот разработан для автоматизации сбора материалов и самооценки. Чат-бот – это программа, которая имитирует реальный разговор с пользователем в текстовом или голосовом формате. Она работает внутри мессенджеров, сайтов, мобильных приложений или

ВКР УлГУ

телефонных систем. Разработанный нами чат-бот интегрирован в социальную сеть ВКонтакте (популярную среди школьников в России) и реализует следующие функции:

- поэтапный приём материалов (текст, фото, файлы) по семи этапам проекта;
- автоматическую пересылку загруженных материалов учителю в личные сообщения;
- сбор самооценки учащегося после каждого этапа (оценка от 1 до 5 и комментарий);
- отображение прогресса выполнения этапов (кнопка «Мой прогресс»);
- защиту от случайного завершения этапа без отправки материалов.

Технически бот написан на языке Python с использованием фреймворка vkbottle и размещён на российском хостинге Bothost.ru. Логика работы построена на словаре этапов, обработчиках сообщений и механизме проверки флага has_sent. После завершения каждого этапа бот запрашивает у ученика самооценку, которая вместе с комментарием отправляется учителю.

Материальный дневник и чат-бот дополняют друг друга: дневник служит для детальной рефлексии и фиксации визуальных материалов, а чат-бот обеспечивает оперативный контроль, автоматизацию сбора и обратную связь. Оба средства используются параллельно в ходе выполнения проекта. Дневник выступает в роли внешнего организатора мышления и деятельности учащегося, переводящего неявный процесс проектирования в последовательность рефлексивных и фиксируемых шагов.

Педагогические функции:

1. Структурирующая: чётко задаёт этапы работы по методу инженерного проектирования.

2. Рефлексивная: заставляет ученика постоянно отвечать на вопросы «Что я делаю?», «Зачем?» и «Что получилось?».

ВКР УлГУ

3. Диагностическая: для учителя является основным источником информации об уровне самостоятельности, качестве анализа и ходе мыслей ученика.

4. Мотивационная и накопительная: визуализирует прогресс, создавая «историю успеха» проекта.

5. Коммуникативная: служит основой для содержательной консультации с педагогом и отчётным документом при защите.

Таблица 2.3

Структура дневника (соответствует этапам технологии).

Этап проекта	**Содержание дневника (вопросы и задания)**	**Формируемые умения (по перечню ЗУН)**
1. Организационно-подготовительный	1.1. Какая проблема или задача будет решена твоим роботом? 1.2. Что у тебя есть? (инвентаризация деталей LEGO EV3) 1.3. Чего не хватает для решения задачи? 1.4. Сформулируй цель проекта по правилу SMART. 1.5. Техническое задание (ТЗ): что должен уметь робот, где использоваться.	Умение выявлять техническую проблему (ЗУН 2); Навык поиска и анализа информации (ЗУН 3); Знание этапов проектной деятельности (ЗУН 1); Навыки планирования (ЗУН 10).
2. Первичная сборка из готовых деталей	2.1. Что работает хорошо уже сейчас? 2.2. Что не работает или работает плохо? (фиксация проблем) 2.3. Какие детали нужно напечатать на 3D-принтере, чтобы решить эти проблемы?	Умение собирать базовое устройство (ЗУН 9); Выявление ограничений стандартной конструкции; Навыки планирования доработки (ЗУН 10).

ВКР УлГУ

Этап проекта	Содержание дневника (вопросы и задания)	Формируемые умения (по перечню ЗУН)
	2.4. Твои эмоции после первой сборки.	
3. Проектирование недостающих деталей и 3D-печать	3.1. Параметры детали (материал, толщина стенки, заполнение, поддержки, ориентация на столе). 3.2. Что пошло не так при печати? (фиксация ошибок) 3.3. Сколько попыток печати потребовалось?	Навыки параметрического 3D-моделирования в САПР (ЗУН 6); Умение проектировать с учётом функциональных и технологических ограничений (ЗУН 7); Навык работы на 3D-принтере (ЗУН 8).
4. Доработка сборки и полная сборка устройства	4.1. Что изменилось после добавления твоих 3D-деталей? 4.2. Были ли проблемы при установке деталей? Как решил? 4.3. Отметь галочкой, что уже подключено (моторы, датчики). 4.4. Самооценка сборки (выбери вариант).	Умение собирать и настраивать робототехническое устройство (ЗУН 9); Навыки интеграции напечатанных деталей; Владение приёмами самооценки (ЗУН 12).
5. Программирование и начальная отладка	5.1. Какие блоки / команды ты использовал? (отметь) 5.2. Напиши кратко, что должен делать робот по твоей программе. 5.3. При первой загрузке программа: сработала идеально / с ошибками / не работала. 5.4. Какие ошибки в программе ты исправил?	Владение основами алгоритмизации и программирования (ЗУН 5); Навыки отладки; Умение фиксировать результаты тестов.

ВКРУДГУ

Этап проекта	Содержание дневника (вопросы и задания)	Формируемые умения (по перечню ЗУН)
6. Испытания и итерационная доработка	Протокол испытаний (таблица: № теста, что проверяли, результат, что пошло не так, что исправили). 6.1. Сколько всего попыток потребовалось для стабильной работы? 6.2. Пришлось ли перепечатывать деталь? 6.3. Пришлось ли переделывать программу кардинально? 6.4. Самая смешная / нелепая ошибка при тестировании.	Умение проводить испытания и итерационную доработку прототипа (ЗУН 11); Анализ причин ошибок; Навыки коррекции плана (ЗУН 10).
7. Оформление документации и защита	7.1. Итоговая рефлексия (что удалось, что было трудным, что изменил бы, чему научился, какие навыки пригодятся). 7.2. Оцени свою работу по 5-балльной шкале (полнота выполнения, качество модели, надёжность программы, сложность, аккуратность дневника). 7.3. Три главных тезиса для выступления на защите.	Умение оформлять проектную документацию и представлять результаты (ЗУН 13); Владение приёмами самооценки и рефлексии (ЗУН 12); Навыки коммуникации и командной работы (ЗУН 14).

ВКР УлГУ

Примечание: в дневнике также предусмотрены мотивационные элементы — «Интересный факт» и «Подсказка-лайфхак» на каждом этапе. Они не являются обязательными для заполнения, но выполняют дополнительную функцию стимулирования познавательного интереса и поддержки самостоятельности учащихся. Разработанный дневник представлен в ПРИЛОЖЕНИИ А.

Третьим компонентом комплекса является материальный продукт – спроектированная и изготовленная учащимся на 3D-принтере деталь, интегрируемая в робототехническую систему LEGO EV3. В отличие от традиционного понимания средства обучения как готового пособия или инструкции, в нашей технологии ученическая 3D-деталь выступает одновременно инструментом познания, объектом проектирования и доказательством сформированности умения.

Процесс создания детали включает полный цикл инженерной деятельности: анализ технической проблемы (чего не хватает в стандартном конструкторе), проектирование в САПР, учёт технологических ограничений (толщина стенок, поддержки, допуски), изготовление на 3D-принтере, постобработку и интеграцию в устройство. Каждый из этих шагов требует от ученика самостоятельного принятия решений и применения знаний из физики, черчения, материаловедения и информатики. Таким образом, сама деталь становится носителем учебного содержания, а её создание – способом освоения этого содержания через практическую деятельность.

Кроме того, напечатанная деталь выполняет диагностическую функцию: по её качеству (точность, прочность, соответствие техническому заданию) учитель может судить об уровне сформированности конструкторских и технологических компетенций. В отличие от разовых тестов, деталь остаётся материальным артефактом, демонстрирующим способность ученика довести замысел до работающего прототипа. Это превращает её из просто «поделки» в полноценное средство обучения и оценивания.

Критерии качества как средства обучения:

1. Функциональность: деталь решает заявленную в дневнике проблему (увеличивает стабильность, обеспечивает новый захват и т.д.).

2. Технологичность: изготовлена с учётом возможностей FDM-печати (адекватная толщина стенок, минимум поддержек).

3. Интегрируемость: корректно сопрягается со стандартными элементами LEGO EV3.

ВКР УлГУ

Работа с комплексом средств («Инженерный дневник», чат-бот, 3D-деталь) выстроена как единый процесс, проходящий через все семь этапов проекта. Перед началом работы учащиеся получают материальный дневник и инструкцию по его заполнению, а также ссылку на чат-бота с пояснением, что дневник служит для детальной рефлексии и визуальной фиксации, а бот – для оперативной сдачи материалов и самооценки. В ходе проекта учащийся последовательно проходит этапы: от выбора задачи (фиксация в дневнике и выбор этапа в боте) до защиты проекта (заполнение итоговой рефлексии в дневнике и отправка презентации через бот). Чат-бот автоматически пересылает материалы учителю, фиксирует прогресс и после каждого этапа запрашивает самооценку (оценка от 1 до 5 и комментарий). Материальный дневник дополняет эту систему возможностью фиксировать эскизы, скриншоты 3D-моделей и развёрнутый анализ ошибок. На этапе испытаний учащиеся возвращаются к дневнику для документирования протоколов тестов, а в боте – для повторной отправки доработанных материалов.

Обоснование новизны и эффективности комплекса: Традиционные средства в робототехнике (конструктор) и 3D-моделировании (программа САПР) направлены на формирование операционных навыков. Предлагаемый комплекс («Дневник + Деталь») является метапредметным инструментом, который:

- Формализует процесс самостоятельной работы, делая его управляемым и диагностируемым.
- Связывает абстрактное проектирование с конкретным технологическим результатом через постоянную рефлексию.
- Смещает акцент с оценки только итогового «поделка» на оценку всего процесса инженерного мышления, что в полной мере соответствует духу ФГОС и формированию у учащихся способности к самоорганизации и непрерывному совершенствованию.

Анализ существующих аналогов и обоснование новизны: существующие учебные комплексы по робототехнике (LEGO Education) или

ВКР УлГУ

по 3D-моделированию (Работа с САПР Компас 3D) носят раздельный характер. Их интеграция остается на усмотрение педагога. Предлагаемый комплект формализует эту интеграцию как обязательную, педагогически выверенную последовательность действий, где 3D-деталь – не сувенир, а критически важный функциональный элемент проекта. Новизна заключается в создании типового, воспроизводимого педагогического инструмента, превращающего разрозненные навыки в целостное умение инженерного проектирования.

Ожидаемый результат использования средства: ученик демонстрирует не набор отдельных навыков (собрал робота, напечатал брелок), а способность к самостоятельной деятельности – от осознания проблемы до создания и проверки работающего решения, материализованного средствами цифрового производства.

Вывод по главе

В результате модернизации учебной программы разработан интегрированный модуль «Робототехника и 3D-моделирование» для девятого класса. Его ключевой особенностью является сквозной проектный цикл, где навык 3D-проектирования формируется не изолированно, а как необходимый инструмент для решения конкретной технической задачи в рамках робототехнического проекта. Данный модуль лёг в основу содержательного блока разработанной педагогической технологии.

1. Спроектирована педагогическая технология поэтапного формирования умения, представленная в виде модели, включающей шесть блоков: целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-оценочный и результативный. Технологический блок реализует последовательность из семи этапов проектной деятельности (от организационно-подготовительного до оформления документации и защиты), что обеспечивает постепенный переход учащихся от репродуктивного уровня (освоение инструментов) через проблемно-аналитический к творческо-

ВКР УлГУ

проектному. Каждому этапу соответствуют конкретные методы, формы организации и меняющаяся роль педагога (от инструктора до консультанта и эксперта). Наличие итерационного цикла на этапе испытаний моделирует реальную инженерную практику и формирует у учащихся готовность к непрерывному совершенствованию продукта.

2. В качестве ключевого средства обучения предложен дидактический комплект, включающий:

- материальный продукт (спроектированная и напечатанная на 3D-принтере деталь, интегрированная в робототехническую систему LEGO EV3);
- «Инженерный дневник» для фиксации всех этапов работы, эскизов, фото, анализа ошибок и рефлексии;
- чат-бота в социальной сети ВКонтакте для автоматизации сбора материалов проекта и самооценки учащихся.

Данный комплект выполняет мотивационную, интегративную, диагностическую и коммуникативную функции, являясь материальным воплощением сформированности искомого предметного умения.

3. Разработанная система оценивания включает три диагностических инструмента: авторский тест «Техническое проектирование» (составленная на основе таксономии Блума), карту наблюдения «Юный инженер» (оценка самостоятельности по семи этапам проектирования), а также критериальную проверку «Инженерного дневника», заполняемого обучающимися в течение выполнения проектного задания.

Таким образом, созданная педагогическая технология (рабочая программа + методика реализации семи этапов + дидактический комплект средств + система оценивания) обеспечивает практическую реализацию выдвинутой гипотезы исследования, создавая необходимые педагогические условия для формирования у учащихся девятого класса умения самостоятельно осуществлять технические проекты. Следующим этапом работы станет экспериментальная апробация данной модели в реальном учебном процессе.

ВКР УлГУ

3. ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ РАБОТА

3.1. Методика проведения опытно-экспериментальной работы по формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты учащихся девятых классов на уроках труда

Опытно-экспериментальная работа является ключевым этапом исследования, направленным на проверку эффективности разработанной педагогической технологии формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятых классов.

Цель опытно-экспериментальной работы**:** экспериментально проверить результативность педагогической технологии, построенной на принципах проблемно-проектного подхода, в процессе формирования у учащихся девятого класса умения самостоятельно осуществлять технические проекты на уроках труда (технологии).

Объектом опытно-экспериментальной работы является учебно-воспитательный процесс на уроках труда (технологии) в девятом классе общеобразовательной школы.

Место проведения: Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 19» г. Ижевска.

В эксперименте приняли участие учащиеся двух девятых классов: «Б» и «В». Выбор данных классов обусловлен идентичностью состава по возрасту и уровню предшествующей подготовки по предмету «Технология».

Для достижения цели исследования были поставлены следующие **задачи** опытно-экспериментальной работы:

1. Определить исходный уровень сформированности умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся экспериментальной и контрольной групп (констатирующий этап).

2. Разработать и внедрить в учебный процесс экспериментальной группы педагогическую технологию, основанную на принципах проблемно-проектного подхода, включающую интеграцию модулей «Робототехника» и «3D-моделирование».

ВКР УдГУ

3. В контрольной группе осуществлять обучение по традиционной программе без внедрения разработанной технологии.

4. Провести повторную диагностику сформированности умения в обеих группах (контрольный этап).

5. Сравнить полученные результаты, оценить динамику и выявить эффективность разработанной технологии методами математической статистики.

Для диагностики сформированности умения самостоятельно осуществлять технические проекты был использован комплекс методов, обеспечивающий оценку компонентов данного умения в соответствии со структурой, представленной в первой главе исследования. Наиболее валидным для исследования будет использование нескольких методов:

1. Авторский тест «Техническое проектирование» (24 задания) используется для оценки знаний этапов проектной деятельности, физических принципов, алгоритмизации, 3D-моделирования.

2. Карта наблюдения «Юный инженер» используется для оценки самостоятельности на каждом из 7 этапов (оценка учителя + самооценка ученика).

3. Проверка проектного задания + «Инженерный дневник»: полнота и глубина документирования всех этапов, защита проекта (публичное выступление).

Уровни сформированности знаний, умений и навыков по формированию умения самостоятельно осуществлять технические проекты представлены в таблице 1.2 в первой главе.

Перейдём к более подробной характеристике диагностических методик.

Авторский тест «Техническое проектирование».

Для оценки сформированности умения самостоятельно осуществлять технические проекты нами был разработан тест, включающий 24 задания, охватывающих все семь этапов педагогической технологии (от организационно-подготовительного до оформления документации и защиты).

ВКР УлГУ

Тест содержит задания различных типов: выбор одного правильного ответа, выбор нескольких правильных ответов, установление последовательности, соотнесение, а также открытые задания с кратким ответом. Тест охватывает все ключевые аспекты, выделенные нами в перечне знаний, умений и навыков (ЗУН): знание этапов проектной деятельности, умение выявлять техническую проблему, навыки поиска и анализа информации, понимание физических принципов, владение основами алгоритмизации и 3D-моделирования, умение планировать работу, проводить испытания, оформлять документацию. Тест проводится дважды - на входном и контрольном этапах эксперимента. Данная диагностика представлена в ПРИЛОЖЕНИИ В.

Структура теста представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Структура теста

Тип заданий	Количество	Номера вопросов
Выбор одного ответа	10	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 18, 21, 24
Выбор нескольких ответов	3	4, 14, 20, 22
Соотнесение	1	8
Установление последовательности	3	15, 23
Открытый краткий ответ	6	2, 6, 10, 12, 17, 19

Всего заданий: 24.

Система оценивания:

- Задания закрытого типа (выбор одного ответа, выбор нескольких, соотнесение, установление последовательности) оцениваются в 1 балл при

ВКР УлГУ

полном правильном выполнении. Если в задании на выбор нескольких ответов указан неполный набор правильных вариантов или есть лишние, задание оценивается в 0 баллов. Для заданий на установление последовательности ошибка в любом элементе даёт 0 баллов.

- Задания открытого типа (краткий письменный ответ) оцениваются в 2 балла при условии полного и правильного ответа (указаны все требуемые элементы, нет фактических ошибок). Частично правильный ответ (указана половина требуемых элементов, или ответ верен, но недостаточно полно) оценивается в 1 балл. Неправильный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Максимальный балл за тест вычисляется как сумма максимальных баллов по всем заданиям:

- 6 открытых вопросов × 2 балла = 12 баллов
- 18 закрытых вопросов × 1 балл = 18 баллов

Итого: 30 баллов.

На основе апробирования теста и с учётом сложности заданий нами была принята следующая шкала (таб.3.2).

Таблица 3.2

Шкала оценивания

Уровень	Процент выполнения	Баллы (из 30)
Высокий	71–100%	22–30
Средний	41–70%	13–21
Низкий	0–40%	0–12

Тест проводился дважды - на констатирующем этапе (до начала формирующего эксперимента) и на контрольном этапе (после завершения проектной деятельности). Время выполнения теста - 30 минут (в соответствии с инструкцией в бланке). Учащиеся выполняли задания индивидуально, без использования дополнительных источников информации.

ВКР УдГУ

Карта наблюдения «Юный инженер».

Для оценки сформированности умения самостоятельно осуществлять проекты (в том числе технические) нами был разработан комплекс диагностических средств, включающий:

- универсальный опросник для учителя и ученика (общая проектная самостоятельность);
- специализированную карту оценки самостоятельности в техническом проекте (по 7 этапам).

Универсальный опросник позволяет провести входное анкетирование (до начала формирующего эксперимента) на материале любого учебного предмета (например, география, физика, биология). Это даёт возможность оценить исходный уровень самостоятельности учащегося в проектной деятельности вообще, без привязки к технической специфике. После завершения эксперимента тот же опросник заполняется повторно, чтобы зафиксировать перенос сформированных умений на другие предметные области. Данная диагностика представлена в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

Кроме того, учитель заполняет карту наблюдения за самостоятельностью в техническом проекте, которая детализирует проявление каждого из семи этапов разработанной технологии. Сопоставление результатов универсального опросника и карты наблюдения позволяет проследить, как общая проектная самостоятельность трансформируется в конкретные инженерные умения.

Проверка «Инженерного дневника».

«Инженерный дневник» является сквозным документом, который ученик ведёт на протяжении всех 7 этапов проекта. Оценка дневника проводилась на контрольном этапе по трём критериям, соотнесённым с этапами технологии (представлено в таб. 3.3).

Максимальный балл по дневнику – 17. Оценка проводилась экспертно (учителем и приглашённым экспертом).

ВКР УлГУ

Таблица 3.3

Критерии оценивания инженерного дневника

Критерий	Макс. балл	Что оценивается
Полнота отражения этапов	7	Наличие записей, фото, скриншотов по каждому из 7 этапов
Глубина анализа ошибок	5	Фиксация проблем на этапах 2, 3, 5, 6, описание способов их устранения
Качество рефлексии	5	Итоговые выводы по завершении проекта (этап 7)

Дневник содержит: сформулированную проблему и техническое задание, эскизы и скриншоты 3D-моделей, фото этапов сборки и печати, протоколы испытаний с фиксацией ошибок и доработок, итоговую рефлексию. Критерии оценки дневника включают полноту отражения этапов, качество визуальной документации, глубину анализа ошибок и аргументированность принятых решений. Дневник не только является средством диагностики, но и выступает важнейшим инструментом формирования рефлексивной самостоятельности, так как приучает ученика фиксировать и осмысливать каждый шаг своей работы.

На уровне предметных результатов (оцениваются прежде всего через тест и проверку дневника) учащийся должен:

- знать этапы проектной деятельности и уметь применять их при создании технического объекта;
- владеть основами 3D-моделирования в доступной САПР (Компас 3D) и уметь подготавливать модель к печати;

ВКР УлГУ

- уметь программировать робототехническое устройство на платформе LEGO EV3 (или аналогичной) для решения поставленной задачи;
- иметь опыт создания функциональной детали на 3D-принтере и её интеграции в робототехническую систему;
- уметь оформлять проектную документацию и публично представлять результаты.

На уровне метапредметных результатов (оцениваются через карту наблюдения и самооценку) у учащегося формируется умение самостоятельно осуществлять технические проекты в единстве всех его компонентов.

Динамика сформированности данных компонентов отслеживается через сопоставление результатов тестирования (рост баллов от 20% и более), улучшение показателей по карте наблюдения (переход с низкого на средний или высокий уровень по большинству критериев), а также повышение качества ведения «Инженерного дневника» (полнота, глубина рефлексии, качество визуальной фиксации).

На уровне личностных результатов (оцениваются через самооценку и наблюдение) развивается устойчивый интерес к техническому творчеству, готовность к осознанному выбору инженерно-технических профессий, способность к самоорганизации и ответственности за результат своего труда. Важным показателем также является сформированность «культуры ошибки» - понимание того, что неудача на испытаниях не является провалом, а служит источником информации для совершенствования проекта

3.2. Описание результатов опытно-экспериментальной работы

Опытно-экспериментальная работа проводилась в три этапа в течение 4 четверти 2025–2026 учебного года.

1) Констатирующий этап. На данном этапе осуществлялась разработка диагностического инструментария, проводилось первичное тестирование учащихся по авторскому тесту «Техническое проектирование», первичное заполнение карты наблюдения (на основе выполнения учащимися вводного

ВКР УлГУ

проектного задания - создание робота по инструкции с последующим выявлением ограничений). Был определён исходный уровень сформированности умения.

2) Формирующий этап. В экспериментальной группе была внедрена разработанная педагогическая технология, включающая 7 последовательных этапов проектной деятельности: от организационно-подготовительного до оформления документации и защиты. Учащиеся выполняли проект по усовершенствованию робототехнического устройства с использованием самостоятельно спроектированной и напечатанной на 3D-принтере детали, ведя «Инженерный дневник» на протяжении всех этапов.

3) Контрольный этап. По завершении формирующего этапа было проведено повторное диагностическое обследование учащихся с использованием тех же методик: тест «Техническое проектирование», карта наблюдения (экспертная оценка и самооценка), а также экспертная оценка «Инженерных дневников». Проведён сравнительный анализ результатов, оценена динамика сформированности умения по каждому из 7 этапов, а также с помощью методов математической статистики проверена значимость изменений.

Для проверки эффективности разработанной педагогической технологии нами было проведено диагностическое обследование учащихся контрольной группы (КГ, 7 человек) и экспериментальной группы (ЭГ, 6 человек) на констатирующем и контрольном этапах эксперимента. В качестве диагностического инструментария использовались: авторский тест «Техническое проектирование», карта наблюдения «Юный инженер», а также проверка «Инженерного дневника» (только в ЭГ).

Тест включает 24 задания разного типа (выбор ответа, установление последовательности, открытый краткий ответ) и позволяет оценить уровень знаний и умений в области технического проектирования, включая знание этапов проекта, физических принципов, навыки 3D-моделирования, алгоритмизации и программирования. Максимальный балл – 30.

ВКР УлГУ

Таблица 3.4

Индивидуальные результаты теста (макс. 30 баллов)

Код	**Группа**	**Входной тест**	**Выходной тест**	**Динамика**
К1	КГ	15	17	+2
К2	КГ	11	14	+3
К3	КГ	16	18	+2
К4	КГ	13	15	+2
К5	КГ	10	13	+3
К6	КГ	17	19	+2
К7	КГ	14	16	+2
Среднее (КГ)		**13,7**	**16,0**	**+2,3**
Э1	ЭГ	16	26	+10
Э2	ЭГ	12	24	+12
Э3	ЭГ	17	28	+11
Э4	ЭГ	14	22	+8
Э5	ЭГ	11	20	+9
Э6	ЭГ	15	25	+10
Среднее (ЭГ)		**14,2**	**24,2**	**+10,0**

Для более лёгкого восприятия информации представлены диаграммы по индивидуальным результатам теста (Диаграмма 1 и диаграмма 2). Данные диаграмм, которые построены по таблице 3.4, наглядно подтверждают эффективность разработанной педагогической технологии.

Как видно из таблицы, на констатирующем этапе средние баллы групп были сопоставимы: в КГ – 13,7, в ЭГ – 14,2 (разница менее 0,5 балла). Это подтверждает исходную однородность выборок.

ВКР УлГУ

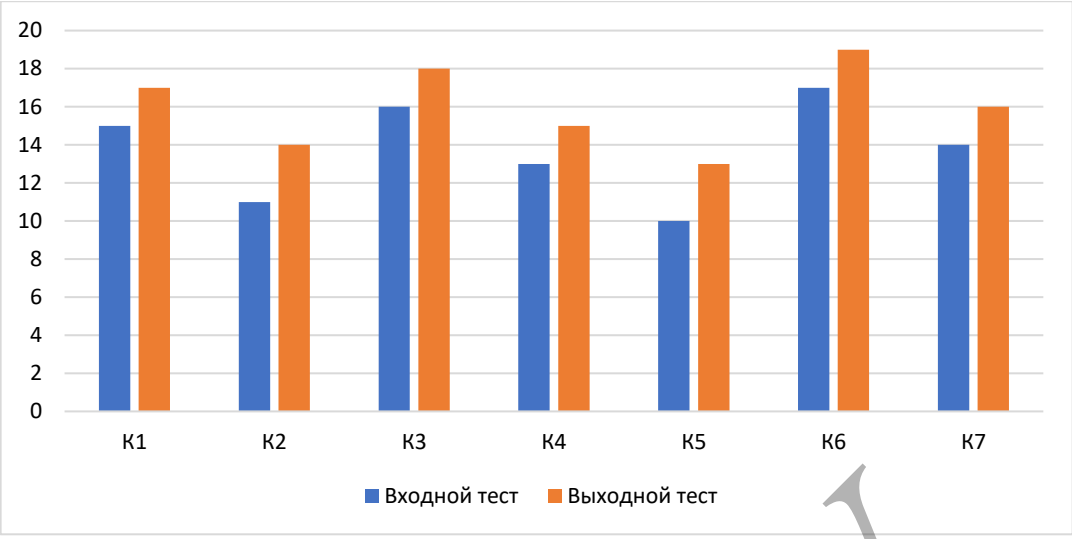


Диаграмма 1. Индивидуальные результаты теста контрольной группы (КГ)

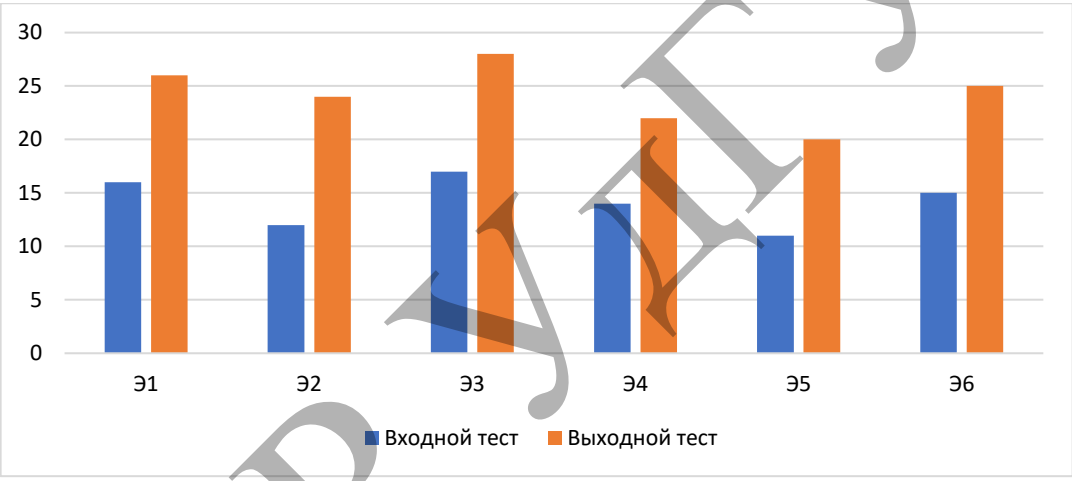


Диаграмма 2. Индивидуальные результаты теста экспериментальной группы (ЭГ)

После завершения формирующего эксперимента в контрольной группе средний балл повысился до 16,0, прирост составил 2,3 балла (17%). Учащиеся КГ показали равномерную, но незначительную динамику (+2–3 балла у каждого). Ни один ученик контрольной группы не достиг высокого уровня (22–30 баллов), максимальный результат – 19 баллов.

В экспериментальной группе динамика оказалась значительно выше. Средний балл вырос с 14,2 до 24,2, прирост составил 10,0 баллов (70%). 4 из 6 учащихся ЭГ достигли высокого уровня (22–28 баллов). Двое учащихся (Э4 и Э5) остались на среднем уровне, но значительно улучшили свои показатели (с 14 до 22 и с 11 до 20 баллов соответственно). Наибольший прирост (+12

ВКР УГУ

баллов) показал ученик Э2, который на входе имел низкий результат (12 баллов), а на выходе достиг высокого уровня (24 балла). Это свидетельствует о том, что разработанная технология позволяет не только повысить общий уровень знаний, но и «подтянуть» слабых учащихся до среднего и высокого уровней.

Карта наблюдения заполнялась учителем на каждом из семи этапов проекта. Максимальная оценка по каждому этапу – 3 балла, общий максимум – 21 балл. Оценивались такие критерии, как самостоятельность в формулировке цели и ТЗ, качество первичной сборки, владение 3D-моделированием, интеграция детали, программирование, проведение испытаний, ведение документации и защита проекта.

Таблица 3.5

Индивидуальные результаты карты наблюдения

Группа	Код	Балл	Среднее по группе
КГ	К1	13	11,9
КГ	К2	11	
КГ	К3	14	
КГ	К4	10	
КГ	К5	12	
КГ	К6	15	
КГ	К7	9	
ЭГ	Э1	19	18,0
ЭГ	Э2	17	
ЭГ	Э3	20	
ЭГ	Э4	15	
ЭГ	Э5	18	
ЭГ	Э6	19	

ВКР УлГУ

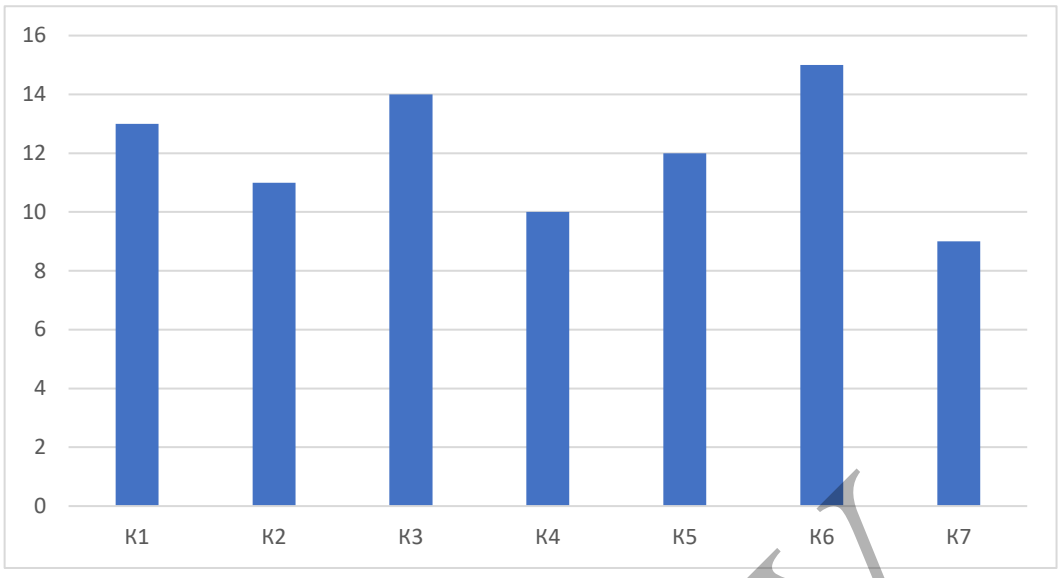


Диаграмма 3. Индивидуальные результаты КГ по карте наблюдения.

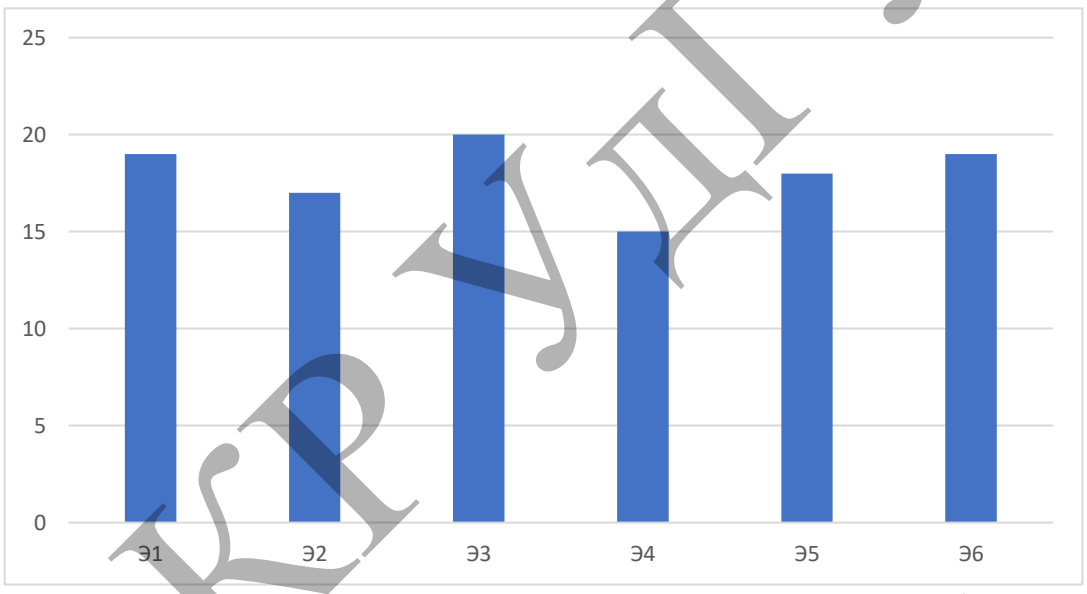


Диаграмма 4. Индивидуальные результаты ЭГ по карте наблюдения.

ВКР УлГУ

Средний балл в экспериментальной группе (18,0) значительно превышает показатель контрольной группы (11,9). Разница составляет 6,1 балла (51% относительно среднего КГ). Это указывает на то, что учащиеся ЭГ проявляли существенно большую самостоятельность, инициативность и рефлексию на всех семи этапах проектной деятельности.

Особенно заметны различия по таким критериям, как «проектирование недостающих деталей и 3D-печать» (этап 3), «испытания и итерационная доработка» (этап 6) и «оформление документации и защита» (этап 7). В контрольной группе эти этапы либо отсутствовали в программе, либо

выполнялись формально. В экспериментальной группе все учащиеся успешно спроектировали и напечатали недостающие детали, провели полноценные испытания с фиксацией ошибок и доработками, а также представили качественно оформленные дневники и презентации.

«Инженерный дневник» оценивался по трём критериям: полнота отражения этапов (0–7 баллов, по числу этапов), глубина анализа ошибок (0–5 баллов), качество рефлексии (0–5 баллов). Максимум – 17 баллов.

Таблица 3.6

Результаты проверки дневников (ЭГ)

Код	Полнота (7)	Анализ ошибок (5)	Рефлексия (5)	Сумма (17)
Э1	7	4	4	15
Э2	7	4	3	14
Э3	7	5	4	16
Э4	6	3	4	13
Э5	7	4	4	15
Э6	7	4	3	14
Среднее	6,8	4,0	3,7	14,5

Средний балл 14,5 из 17 (85%) свидетельствует о высоком уровне ведения документации. Все учащиеся фиксировали все семь этапов, причём большинство – с фотографиями и скриншотами. Особенно ценно, что учащиеся подробно описывали причины ошибок, возникших при печати, сборке и программировании, а также способы их устранения (это видно по высоким оценкам за анализ ошибок – в среднем 4 из 5). Итоговая рефлексия также была содержательной: учащиеся анализировали, что получилось хорошо, что можно улучшить, какие навыки пригодились. Самые высокие баллы (16 из 17) получил ученик Э3, дневник которого содержал не только полную фиксацию, но и глубокий анализ каждой итерации испытаний.

ВКР УлГУ

В контрольной группе «Инженерный дневник» не вёлся, так как это не предусмотрено традиционной программой.

3.3. Анализ полученных результатов

Для подтверждения статистической значимости различий между контрольной и экспериментальной группами, а также для оценки динамики внутри экспериментальной группы мы использовали непараметрические критерии (U-критерий Манна-Уитни и T-критерий Вилкоксона), так как распределение баллов в малых выборках не является нормальным.

Перед началом эксперимента мы сравнили исходные уровни самостоятельности по входному срезу карты наблюдения. Входной срез проводился на основе выполнения учащимися проектного задания по географии (тема «Экологические проблемы региона»), что позволило оценить общую проектную самостоятельность без влияния технической специфики.

Таблица 3.7

Входные баллы карты наблюдения (макс. 21)

Группа	Код	Входной балл	Уровень
КГ	К1	12	средний
КГ	К2	10	средний
КГ	К3	13	средний
КГ	К4	9	низкий
КГ	К5	11	средний
КГ	К6	14	средний
КГ	К7	8	низкий
Среднее КГ		11,0	
ЭГ	Э1	12	средний
ЭГ	Э2	10	средний
ЭГ	Э3	13	средний

ВКР УлГУ

ЭГ	Э4	9	низкий
ЭГ	Э5	11	средний
ЭГ	Э6	14	средний
Среднее ЭГ		11,5	

Средние баллы КГ (11,0) и ЭГ (11,5) близки (разница 0,5 балла). В каждой группе было по 2 учащихся с низким уровнем (8–9 баллов), остальные – на среднем уровне. Статистическая проверка (U-критерий Манна-Уитни для независимых выборок) показала отсутствие значимых различий ($p > 0,05$). Это подтверждает сопоставимость групп на начало эксперимента.

На контрольном этапе мы сравнили итоговые баллы карты наблюдения в обеих группах.

Нулевая гипотеза H_0: Уровень самостоятельности в контрольной и экспериментальной группах на выходе не различается.

Альтернативная гипотеза H_1: Уровень самостоятельности при выполнении проектных работ в экспериментальной группе выше, чем в контрольной.

Для того, чтобы подтвердить ту или иную гипотезу, необходимо провести ранжирование результатов ведения карты наблюдения, что представлено в таб. 3.9.

Таблица 3.8

Ранжирование выходных баллов карты наблюдения

Группа	Баллы	Ранги
КГ	9	1
КГ	10	2
КГ	11	3
КГ	12	4
КГ	13	5
КГ	14	6
КГ	15	7

ВКР УлГУ

ЭГ	15	8
ЭГ	17	9
ЭГ	18	10
ЭГ	19	11,5
ЭГ	19	11,5
ЭГ	20	13

Сумма рангов КГ: 1+2+3+4+5+6+7 = 28

Сумма рангов ЭГ: 8+9+10+11,5+11,5+13 = 63

Эмпирическое значение U = 28 – (7×8/2) = 28 – 28 = 0.

Критическое значение $U_{крит}(0,05)$ для $n_1=7$, $n_2=6$ составляет 6.

Поскольку $U_{эмп}$ (0) < $U_{крит}$ (6), нулевая гипотеза отклоняется на уровне значимости $p < 0,05$.

Таким образом, различия между группами по уровню самостоятельности статистически значимы. Это доказывает, что разработанная педагогическая технология способствует существенно более высокому уровню самостоятельности учащихся по сравнению с традиционным обучением.

Для оценки изменений уровня самостоятельности внутри экспериментальной группы мы сравнили баллы карты наблюдения до и после эксперимента (вход – выход). Мы взяли среднее значение с карты наблюдения учителя и ученика. Данные представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Динамика баллов карты наблюдения в ЭГ (макс. 21)

Код	Вход (до)	Выход (после)	Сдвиг	Ранг
Э1	12	19	+7	4
Э2	10	17	+7	4
Э3	13	20	+7	4
Э4	9	15	+6	2

ВКР УлГУ

Э5	11	18	+7	4
Э6	14	19	+5	1

Все сдвиги положительны (улучшение показателей у 100% учащихся). Сумма рангов положительных сдвигов $T_+ = 4+4+4+2+4+1 = 19$.

Отрицательных сдвигов нет, поэтому сумма рангов отрицательных сдвигов $T_- = 0$.

Критическое значение $T_{крит}(0,05)$ для n=6 равно 2.

Так как $T_{эмп}= 0 < T_{крит}$, нулевая гипотеза об отсутствии изменений отклоняется на уровне $p < 0,05$.

Динамика в экспериментальной группе статистически значима: уровень самостоятельности учащихся достоверно вырос от начала к концу формирующего эксперимента.

Помимо количественной статистики, важно рассмотреть качественные сдвиги в уровнях сформированности умения.

Таблица 3.10.

Изменение распределения учащихся по уровням (карта наблюдения)

Уровень	КГ (вход)	КГ (выход)	ЭГ (вход)	ЭГ (выход)
Низкий	2	0	2	0
Средний	5	7	4	3
Высокий	0	0	0	3

На входном контроле в каждой группе было по 2 человека с низким уровнем (8–9 баллов). На выходном контроле:

В контрольной группе оба ученика с низким уровнем поднялись до среднего (один – с 8 до 10 баллов, другой – с 9 до 11 баллов). Однако ни один учащийся КГ не достиг высокого уровня (максимум 15 баллов). Это означает, что традиционное обучение позволяет поднять самых слабых до среднего уровня, но не создаёт условий для перехода на качественно новый уровень самостоятельности.

ВКР УлГУ

В экспериментальной группе оба ученика с низким уровнем также вышли на средний уровень (с 9 до 15 и с 10 до 17 баллов). Кроме того, 3 учащихся ЭГ достигли высокого уровня (19–20 баллов). Ещё двое находятся на верхней границе среднего (17–18 баллов). Это свидетельствует о том, что разработанная технология не только «подтягивает» слабых, но и выводит часть учащихся на творческий уровень самостоятельности.

Особого внимания заслуживает ученик Э2, который на входе имел низкий балл (10), а на выходе достиг высокого уровня (17). Ученик Э4 с исходным низким уровнем (9) поднялся до среднего (15), что также является хорошим прогрессом.

Вывод по главе

Результаты тестирования показали, что в экспериментальной группе средний балл вырос на 70% (с 14,2 до 24,2 из 30), в то время как в контрольной группе прирост составил только 17% (с 13,7 до 16,0). Учащиеся ЭГ продемонстрировали глубокое понимание этапов проектирования, принципов 3D-моделирования и программирования, а также умение применять эти знания на практике.

Карта наблюдения зафиксировала высокий уровень самостоятельности в ЭГ (средний балл 18,0 из 21) по сравнению с КГ (11,9). Математический анализ подтвердил:

- статистически значимые различия между группами на выходе (U-критерий Манна–Уитни, $p < 0,05$);
- достоверную положительную динамику внутри ЭГ (Т-критерий Вилкоксона, $p < 0,05$).

Качественный анализ показал, что на входе в обеих группах было по 2 человека с низким уровнем. На выходе в ЭГ 3 учащихся достигли высокого уровня, в КГ высокого уровня не достиг никто. Это свидетельствует о том, что разработанная технология позволяет не только поднять общий уровень, но и вывести часть учащихся на качественно новый уровень самостоятельности

ВКР УлГУ

(творческий), тогда как традиционное обучение лишь подтягивает слабых до среднего уровня.

«Инженерный дневник» в экспериментальной группе был оценён в среднем на 14,5 балла из 17 (85%), что подтверждает сформированность у учащихся навыков документирования, рефлексии и анализа ошибок. Учащиеся фиксировали все семь этапов, подробно описывали причины ошибок и способы их устранения, что является прямым следствием реализации итерационного цикла на этапе испытаний.

Полученные данные полностью подтверждают гипотезу исследования: разработанная педагогическая технология (7 этапов, интеграция 3D-моделирования и робототехники, «Инженерный дневник», чат-бот) эффективно формирует умение самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятого класса. Статистически значимые различия в пользу экспериментальной группы, а также качественные сдвиги в уровнях самостоятельности доказывают практическую значимость и целесообразность внедрения данной технологии в образовательный процесс.

ВКР УлГУ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование по теме «Формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты учащихся девятых классов на уроках труда» подтвердило актуальность и практическую значимость заявленной проблемы. В ходе работы были решены все поставленные задачи, а выдвинутая гипотеза нашла своё подтверждение.

В теоретической части исследования был проведён анализ психолого-педагогической и методической литературы, посвящённой проблеме формирования умения самостоятельно осуществлять технические проекты. Уточнена сущность данного понятия, которое рассматривается как интегративное личностное образование, характеризующееся способностью учащегося без внешнего управления проходить полный цикл создания технического объекта – от осознания проблемы и формулирования цели до получения и оценки готового продукта с применением знаний и методов из области техники, технологии, конструирования и программирования. На основе анализа Федеральной рабочей программы по предмету «Труд (технология)» (ФГОС ООО, 2025) были выделены ключевые модули («Робототехника» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование»), что позволило выявить структурно-методическое противоречие: чёткий механизм интеграции этих модулей в едином проектном цикле отсутствует, что приводит к формированию у учащихся разрозненных навыков. Изучение возрастных особенностей учащихся девятого класса (14–15 лет) показало, что данный период является сензитивным для формирования проектной самостоятельности благодаря развитию абстрактного и рефлексивного мышления, потребности в самоопределении, интересу к практически значимой деятельности. В то же время выделены факторы риска (неустойчивость самооценки, избирательность мотивации), что потребовало учёта этих особенностей при проектировании педагогической технологии.

ВКР УлГУ

В практической части исследования на основе модернизации Федеральной рабочей программы был разработан интегрированный модуль «Робототехника и 3D-моделирование» для девятого класса, ключевой особенностью которого является сквозной проектный цикл: навык 3D-проектирования формируется не изолированно, а как необходимый инструмент для решения конкретной технической задачи в рамках робототехнического проекта. Спроектирована педагогическая технология, включающая шесть блоков (целевой, концептуальный, содержательный, технологический, контрольно-оценочный, результативный) и реализующая семь последовательных этапов проектной деятельности: организационно-подготовительный, первичная сборка из готовых деталей, проектирование недостающих деталей и 3D-печать, доработка сборки и полная сборка устройства, программирование и начальная отладка, испытания и итерационная доработка, оформление документации и защита. Наличие итерационного цикла на этапе испытаний моделирует реальную инженерную практику и формирует у учащихся готовность к непрерывному совершенствованию продукта. Разработан дидактический комплект средств обучения, включающий материальный «Инженерный дневник» (структурированная рабочая тетрадь по семи этапам), чат-бота в социальной сети ВКонтакте (для автоматизации сбора материалов и самооценки) и материальный продукт – спроектированную и напечатанную учащимся 3D-деталь, интегрированную в робототехническую систему. Комплект выполняет мотивационную, интегративную, диагностическую и коммуникативную функции, являясь материальным воплощением сформированности искомого умения. Разработана система оценивания, включающая авторский тест «Техническое проектирование» (24 задания, построен на таксономии Блума), карту наблюдения «Юный инженер» (7 этапов × 3 балла) и критериальную проверку «Инженерного дневника». Определены уровни сформированности (низкий, средний, высокий) для каждого инструмента.

ВКР УлГУ

Опытно-экспериментальная работа проводилась на базе МБОУ СОШ № 19 г. Ижевска. В эксперименте приняли участие 13 учащихся девятого класса (6 – в экспериментальной группе, 7 – в контрольной). Математический анализ подтвердил статистическую значимость различий между группами и достоверную положительную динамику внутри экспериментальной группы. Качественный анализ показал, что на входе в обеих группах было по 2 учащихся с низким уровнем; на выходе в экспериментальной группе 3 учащихся достигли высокого уровня, а в контрольной группе высокого уровня не достиг никто. «Инженерный дневник» в экспериментальной группе был оценён в среднем на 14,5 балла из 17 (85%), что подтверждает сформированность навыков документирования, анализа ошибок и рефлексии.

Таким образом, выдвинутая гипотеза исследования полностью подтверждена: формирование умения самостоятельно осуществлять технические проекты у учащихся девятого класса проходит более эффективно, если определена структура и критерии сформированности данного умения, содержание модулей «3D-моделирование» и «Робототехника» объединено по принципу взаимодополняемости, а также внедрена педагогическая технология, основанная на принципах проблемно-проектного обучения и обеспечивающая прохождение учащимися полного цикла создания технического объекта без внешнего управления. Разработанная технология может быть рекомендована для внедрения в практику технологического образования в девятых классах общеобразовательных школ, а также для использования в системе дополнительного образования инженерно-технической направленности. Перспективы дальнейшего исследования связаны с адаптацией предложенной технологии для других возрастных групп (например, 8 или 10 классов), а также с расширением инструментария диагностики за счёт использования более сложных программных сред и оборудования.

ВКР УдГУ

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Бабанский Ю. К. Избранные педагогические труды / сост. М. Ю. Бабанский. – Москва : Педагогика, 1989. – 560 с. – ISBN 5-7155-0174-1.

2. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса : методические основы. – Москва : Просвещение, 1982. – 192 с.

3. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – Москва : Педагогика, 1989. – 192 с. – ISBN 5-7155-0199-4.

4. Божович Л. И. Личность и ее формирование в детском возрасте. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. – 398 с. – (Мастера психологии). – ISBN 978-5-91180-846-4.

5. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход : методическое пособие. – Москва : Высшая школа, 1991. – 207 с. – ISBN 5-06-002079-7.

6. Выготский Л. С. Педагогическая психология / под ред. В. В. Давыдова. – Москва : Педагогика-Пресс, 1999. – 536 с. – ISBN 5-7155-0747-2.

7. Гальперин П. Я. Введение в психологию : учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – Москва : Книжный дом «Университет», 2000. – 336 с. – ISBN 5-8013-0016-3.

8. Гальперин П. Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. – Москва : Издательство Московского университета, 1985. – 45 с.

9. Григорьев А. Т. Робототехника в школе и дома. Книга проектов / А. Т. Григорьев, Ю. А. Винницкий. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 240 с. – ISBN 978-5-9775-6837-1.

10. Гуревич К. М. Психологическая диагностика : учебное пособие / под ред. К. М. Гуревича, Е. М. Борисовой. – Москва : Издательство УРАО, 1997. – 304 с.

11. Давыдов В. В. Теория развивающего образования : монография. – Москва : ИНТОР, 1996. – 544 с. – ISBN 5-89404-001-9.

ВКР УдГУ

12. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.

13. Ильина Т. А. Проблемное обучение в начальной школе // Начальная школа. – 2005. – № 7. – С. 12–15.

14. Козлов А. В. Самоучитель КОМПАС-3D V20. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. – 368 с. – ISBN 978-5-9775-6830-2.

15. Кругликов Г. И. Методика преподавания технологии с практикумом : учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. – 3-е изд., стер. – Москва : Академия, 2007. – 478 с. – ISBN 978-5-7695-3910-7.

16. Кудака М. А. Особенности статусов профессиональной идентичности у обучающихся профильных (технологических) классов с разным уровнем развития технических способностей / М. А. Кудака, И. З. Медведева // Научный поиск: личность, образование, культура. – 2025. – № 2. – С. 60–66. – DOI: 10.54348/SciS.2025.2.10.

17. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность : учебное пособие. – 2-е изд. – Москва : Политиздат, 1977. – 304 с.

18. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения : монография. – Москва : Педагогика, 1981. – 185 с.

19. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – Москва : Педагогика, 1972. – 208 с.

20. Пиаже Ж. Эволюция интеллекта в подростковом и юношеском возрасте / Ж. Пиаже // Психологическая наука и образование. – 1997. – № 4. – С. 56–64.

21. Методические рекомендации по инвариантному модулю «Робототехника» для 5–9 классов / под ред. Минпросвещения РФ. – Москва, 2024. – 30 с.

22. Полат Е. С. Метод проектов на уроках и во внеурочной деятельности. – Москва : ВАКО, 2009. – 128 с.

ВКР УдГУ

23. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учебное пособие. – Москва : Народное образование, 1998. – 256 с. – ISBN 5-87953-127-9.

24. Симоненко В. Д. Технологии проектного обучения : учебное пособие / В. Д. Симоненко, Е. С. Полат. – Балашов : Ассоциация XXI век, 2021. – 132 с.

25. Симоненко В. Д. Технология : программы начального и основного общего образования / В. Д. Симоненко, О. П. Очинин, Н. В. Матяш ; под ред. В. Д. Симоненко. – Москва : Вентана-Граф, 2022. – 112 с.

26. Тарапата В. В. Робототехника в школе: методика, программы, проекты : методическое пособие / В. В. Тарапата, Н. Н. Самылкина. – 2-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 112 с. – ISBN 978-5-00101-300-6.

27. Тарапата В. В. Формирование проектной культуры школьников средствами образовательной робототехники : диссертация ... кандидата педагогических наук : 13.00.02 / Тарапата Виктор Викторович ; Московский педагогический государственный университет. – Москва, 2021. – 180 с.

28. Щуркова Н. Е. Педагогическая технология : учебное пособие. – 2-е изд., доп. – Москва : Педагогическое общество России, 2005. – 256 с. – ISBN 5-93134-263-X.

29. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды / под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко. – Москва : Педагогика, 1989. – 560 с. – ISBN 5-7155-0035-4.

30. Эльконин Д. Б. Психология игры. – 2-е изд. – Москва : Владос, 1999. – 360 с. – ISBN 5-691-00256-2.

31. Григорьева Г. В. Проектная деятельность на уроке технологии как средство подготовки обучающихся к жизненному и профессиональному самоопределению (9 класс) / Г. В. Григорьева // Инфоурок. – 2025. – URL: https://infourok.ru/statya-proektnaya-deyatelnost-na-uroke-tehnologii-kak-sredstvo-podgotovki-obuchayushihsya-k-zhiznennomu-i-professionalnomu-samoo-7479275.html (дата обращения: 15.12.2025).

ВКР УлГУ

32. Примерная основная образовательная программа основного общего образования : одобрена решением ФУМО по общему образованию (протокол от 18.03.2022 № 1/22) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edsoo.ru (дата обращения: 03.03.2026).

33. Федеральная рабочая программа основного общего образования «Труд (технология)» (для 5–9 классов образовательных организаций) / ФГБНУ «Институт стратегии развития образования». – Москва, 2025. – URL: https://edsoo.ru/rabochie-programmy/ (дата обращения: 23.06.2026).

34. Проектирование учебных заданий по таксономии Б. Блума : методические материалы / Инфоурок. – Смоленск, 2017. – URL: https://infourok.ru/proektirovanie-uchebnih-zadaniy-taksonomiya-bluma-1819704.html (дата обращения: 23.06.2026).

35. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования : утвержден приказом Минпросвещения России от 31 мая 2021 г. № 287 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://fgos.ru/fgos/fgos-ooo/ (дата обращения: 15.03.2026).

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ИНЖЕНЕРНЫЙ ДНЕВНИК

ИНЖЕНЕРНЫЙ ДНЕВНИК

«От идеи до работающего робота»

Ученика(цы) 9 «__» класса

_____ (ФИ)

Проект: _____

Дата старта: _____ **Дата финиша:** _____



СТРУКТУРА ДНЕВНИКА (памятка)

Этап	Что делаем	Когда сдаю	Моя оценка
1	Выбираем задачу, анализируем детали, ставим цель		/5
2	Собираем базовую модель, ищем чего не хватает		/5
3	Проектируем недостающие детали и печатаем на 3D-принтере		/5
4	Интегрируем детали, собираем полностью		/5
5	Пишем программу, отлаживаем		/5
6	Испытываем, исправляем ошибки, дорабатываем		/5
7	Оформляем дневник, готовим презентацию, защищаем		/5

Правила ведения дневника:

- ✅ Заполняй после каждого этапа (не откладывай!)
- ✅ Фотографируй важные моменты (сборку, печать, тесты) и вклеивай / вставляй сюда
- ✅ Не бойся ошибок — они делают проект настоящим



2

ЭТАП 1. Организационно-подготовительный

«Плохой план лучше, чем отсутствие плана» — инженерная мудрость

Что ты делаешь на этом этапе?
Анализируешь конструктор, выбираешь задачу, формулируешь цель и техническое задание.

Напиши здесь:

1.1. Какая проблема или задача будет решена твоим роботом?
(Пример: «Робот должен собирать рассыпанные детали на складе» или «Робот должен помогать учителю носить книги»)

1.2. Что у тебя есть?
Перечисли всё, что есть в коробке с LEGO EV3 (моторы, датчики, колёса, балки и т.д.)

Что есть	Количество	Примечания
Моторы		
Датчик касания		
Ультразвуковой датчик		
Датчик цвета/света		
Колёса		
Балки, оси, шестерни		
Другое		

1.3. Чего не хватает для решения твоей задачи?
(Напиши: каких деталей или функций нет, но они нужны)

3

1.4. Сформулируй цель проекта (по правилу SMART: конкретная, измеримая, достижимая, реалистичная, определённая по времени)

Цель: К ____ (дата) создать робота, который _____
(что делает?) _____
и будет (критерий успеха) _____

1.5. Техническое задание (коротко):
Мой робот должен:

- уметь _____
- быть способен _____
- использоваться (где?) _____

Интересный факт
Первый в мире робот был создан в 1954 году Джорджем Деволом. Он весил почти 2 тонны и умел только перекладывать предметы с места на место. А твой робот будет умнее!

Подсказка-лайфхак:
Не пытайся сразу сделать «всё и сразу». Лучше выбери **одну** функцию и добейся, чтобы она работала идеально. Потом добавишь следующую.



4

ВКР УдГУ

ЭТАП 2. Первичная сборка из готовых деталей

«Лучший способ предсказать будущее — изобрести его»
Алан Кей

Что ты делаешь?

Собираешь базовую механику (шасси, колёса, крепления для моторов и датчиков) из того, что есть.

Сделай фотографию своей первой сборки и вклей её сюда:

2.1. Что работает хорошо уже сейчас?

2.2. Что не работает или работает плохо?
(Например: робот едет криво, датчик плохо видит, не хватает крепления для мотора)

Проблема	Почему так происходит?
1.	
2.	
3.	

2.3. Какие детали нужно было бы напечатать на 3D-принтере, чтобы решить эти проблемы?
(Опиши хотя бы одну: для чего нужна деталь, как она должна выглядеть, какие у неё будут размеры)

2.4. Твои эмоции после первой сборки:

- Всё получилось!
- Нужно ещё подумать
- Сложновато, но интересно
- Другое: _____

Интересный факт
LEGO Mindstorms названа в честь книги «Грозья» (Mindstorms) Сеймура Пейперта, который придумал язык программирования Logo для детей. Так LEGO хотела сказать: «Роботы — это не страшно, это для ума».

Подсказка-лайфхак:
При сборке обязательно проверяй, чтобы колёса свободно вращались, а провода не болтались и не попадали в движущиеся части. Это спасёт от многих проблем потом.



ЭТАП 3. Проектирование недостающих деталей и 3D-печать

«Если вы можете это нарисовать,
вы можете это напечатать»

Что ты делаешь?

Создаёшь 3D-модель недостающей детали в Компас-3D и печатаешь её на 3D-принтере.

Твои эскизы (сфотографируй или нарисуй от руки):

3.1. Какие параметры детали ты выбрал и почему?

Параметр	Моё значение	Почему именно так?
Материал	PLA / PETG / другое	
Толщина стенки	__ мм	
Заполнение	__ %	
Нужны ли поддержки?	да / нет	
Ориентация на столе	как положил?	

3.2. Что пошло не так при печати (если было)?
(Например: деталь не влезла, отвалилась, перекосилась)

3.3. Сколько попыток печати потребовалось?

- 1 (сразу получилось)
- 2
- 3 и больше

Интересный факт
3D-принтеры используются даже в космосе: на МКС есть принтер, который печатает инструменты из пластика. Так не нужно ждать грузовой корабль — можно напечатать ключ или держатель за пару часов.

Подсказка-лайфхак:
Если деталь не налезает на ось — не перепечатывай сразу. Измерь реальное отверстие и сравни с моделью. Иногда достаточно слегка расширить отверстие напильником или наоборот — добавить пару слоёв скотча на ось.



ВКР УдГУ

ЭТАП 4. Доработка сборки и полная сборка устройства

«Хороший инженер — это тот, кто может сделать за пять минут то, на что другие потратят пять часов, и при этом не сломать»

Что ты делаешь?

Устанавливаешь напечатанные детали, подключаешь моторы и датчики, окончательно собираешь робота.

Фото готового робота (после полной сборки):

4.1. Что изменилось после добавления твоих 3D-деталей?
(Например: робот стал устойчивее, захват работает точнее, датчик держится надёжно)

4.2. Были ли проблемы при установке деталей? Если да, как ты их решил?

Проблема	Моё решение

4.3. Отметь галочкой всё, что уже подключено:

- Левый мотор
- Правый мотор
- Датчик касания
- Ультразвуковой датчик
- Датчик цвета / света

- Гироскоп
- Другое: _____

4.4. Самооценка сборки:
Мой робот сейчас (выбери одно):

- 🚀 выглядит круто и всё держится
- 👍 держится, но есть мелкие недочёты
- 😵 всё разваливается, нужна доработка

💡 Интересный факт
Робот-пылесос Roomba был создан инженером Джо Джонсом, который работал над... ракетными системами наведения. Однажды он подумал: «Если ракета может сама находить цель, почему пылесос не может сам находить грязь?»

🛠 Подсказка-лайфхак:
Всегда проверяй, что провода не натянуты и не мешают движению. Используй кабельные стяжки или маленькие резинки, чтобы аккуратно собрать провода в пучок. Робот с висящими проводами — неряшливый и ненадёжный.



ЭТАП 5. Программирование и начальная отладка

«Код без отладки как стихи без рифмы»

Что ты делаешь?

Пишешь программу в среде LEGO EV3 (или другом языке), загружаешь в контроллер, проверяешь, что робот выполняет команды.

Скриншот твоей программы (или блок-схема):

5.1. Какие блоки / команды ты использовал?
(Отметь нужное)

- Движение вперёд / назад
- Поворот
- Цикл (Loop)
- Условие (Switch / If)
- Датчик касания
- Ультразвуковой датчик
- Датчик цвета
- Таймер
- Переменная
- Математический блок

5.2. Напиши кратко, что должен делать робот по твоей программе:

5.3. При первой загрузке программа:

- сработала идеально
- работала, но с ошибками
- не работала вообще
- повредила робота? (шутка)

5.4. Какие ошибки в программе ты исправил (если были)?

💡 Интересный факт
Самая длинная программа для LEGO Mindstorms писалась 3 года и имитировала поведение роя муравьёв. 20 роботов одновременно двигались по полю, обменивались информацией и искали «еду».

🛠 Подсказка-лайфхак:
Не пытайся написать всю программу сразу. Пиши по маленьким кусочкам: сначала движение, потом датчик, потом условия. Каждый кусочек проверяй отдельно. Это называется «метод пошаговой отладки», и его используют все профессионалы.



ВКР УлГУ

ЭТАП 6. Испытания и итерационная доработка

«Ошибка — это просто ещё одна попытка»

Что ты делаешь?

Тестируешь робота в реальных условиях, фиксируешь проблемы, возвращаешься к этапам 3, 4 или 5 и исправляешь.

Протокол испытаний (заполняй после каждого теста)

Тест №	Что проверяли?	Результат (успех / провал)	Что пошло не так?	Что исправили?
1				
2				
3				
4				
5				

6.1. Сколько всего попыток потребовалось, чтобы робот заработал стабильно?

___ попыток

6.2. Пришлось ли тебе перепечатывать деталь?

- да (какую? почему?)
- нет

6.3. Пришлось ли переделывать программу кардинально?

- да (что изменил?)
- нет, только подправил

6.4. Самая смешная / нелепая ошибка, которая случилась при тестировании:

Интересный факт

Марсоход Curiosity ломался на Марсе много раз. У него отказывали колёса, «зависала» память, сбивались счётки. Инженеры на Земле писали новые программы и отправляли их по радио. И всё заработало! Так что не переживай, если твой робот тоже ломается — это нормально.

Подсказка-лайфхак:

Веди список «Типичные ошибки» для себя. Например:

- Робот не поворачивает → возможно, разная мощность моторов
- Деталь отваливается → маленький зазор в креплении
- Датчик не видит → направлен не туда или слишком далеко

Когда запишешь — в следующий раз сразу знаешь, куда смотреть.

ЭТАП 7. Оформление документации и защита

«Если ты не можешь это объяснить — ты не понял это сам»

Что ты делаешь?

Оформляешь этот дневник (да-да, сейчас!), готовишь презентацию и защищаешь проект.

7.1. Итоговая рефлексия

Ответь честно (это только для тебя):

• Что в этом проекте тебе удалось лучше всего?

• Что было самым трудным?

• Если бы ты начинал проект заново, что бы сделал иначе?

• Чему ты научился, чего не умел до этого?

• Какие навыки (3D-моделирование, программирование, анализ ошибок) тебе пригодятся в будущем?

7.2. Оцени свою работу по 5-балльной шкале

Критерий	Оценка (1–5)	Почему так?
Полнота выполнения задуманного		

Критерий	Оценка (1–5)	Почему так?
Качество 3D-модели и печати		
Надёжность программы		
Сложность проекта (насколько было трудно)		
Аккуратность ведения дневника		

7.3. Что ты скажешь на защите одноклассникам?

Напиши три главных тезиса (коротко):

1.
2.
3.

Интересный факт

Слово «робот» придумал чешский писатель Карел Чапек в 1920 году. Оно происходит от слова «robota», что означает «принудительный труд». Сегодня же роботы — это наши помощники, а не рабы.

Подсказка-лайфхак:

На защите не заучивай текст наизусть. Рассказывай как историю: «Вот у меня была проблема... Я подумал... Тогда я напечатал вот такую деталь... Смотрите, как это работает». И показывай живое видео! Презентация с картинками и видео намного интереснее, чем просто слова.

ВКР УдГУ

ПОСЛЕДНИЙ ЛИСТ (для учителя)

Итоговое заключение учителя

Оценка дневника:

Критерий	Баллы (0–5)	Комментарий
Полнота заполнения всех этапов		
Качество эскизов и фотографий		
Глубина анализа ошибок		
Рефлексия и самооценка		
Общее впечатление		

Итоговая оценка за проект: _____ (сумма / среднее)

Подпись учителя: _____

ПОЗДРАВЛЯЮ!

Ты прошёл все этапы инженерного цикла. Теперь ты умеешь:

✅ анализировать проблему
✅ проектировать и печатать 3D-детали
✅ программировать робота
✅ тестировать и исправлять ошибки
✅ защищать свой проект

17

18

Ты — настоящий инженер! 🚀



19

ВКР УдГУ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. БЛАНКИ ДИАГНОСТИКИ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бланки диагностики самостоятельности в проектной деятельности

Бланк 1. Опросник для ученика (самооценка общей проектной самостоятельности)

Инструкция: Оцени, как ты обычно действуешь при выполнении учебных проектов по разным предметам (география, физика, биология, технология и др.). Поставь цифру от 1 до 5 в правом столбце.

№	Утверждение	Оценка (1–5)
1	Я сам(а) выбираю тему проекта (не жду, пока скажет учитель)	
2	Я сам(а) формулирую цель и задачи проекта	
3	Я составляю план работы (разбиваю на этапы, указываю сроки)	
4	Я самостоятельно ищу информацию по теме (не только в учебнике)	
5	Я сравниваю разные источники и выбираю наиболее надёжные	
6	Я придумываю собственные способы решения проблемы (не копирую готовые)	
7	Я распределяю время и слежу, чтобы уложиться в сроки	
8	Если что-то идёт не по плану, я ищу выход самостоятельно	
9	Я анализирую свои ошибки и понимаю, почему они произошли	
10	Я прошу помощи только тогда, когда совсем не могу справиться	

ВКР УлГУ

11	Я аккуратно оформляю результаты (черновики, записи, фотографии)	
12	Я готов(а) публично представить свой проект и отвечать на вопросы	
13	После завершения проекта я думаю, что можно было сделать лучше	
14	Мне интересно делать проекты, даже если они сложные	
15	Я понимаю, зачем нужны проекты в школе и в жизни	

Шкала оценок:

1 — никогда / почти никогда; 2 — редко; 3 — иногда; 4 — часто; 5 — всегда / почти всегда.

Бланк 2. Опросник для учителя (экспертная оценка общей проектной самостоятельности ученика)

Инструкция: Оцените, как обычно действует данный ученик при выполнении учебных проектов (на основе Ваших наблюдений по разным предметам). Поставьте цифру от 1 до 5.

№	Утверждение	Оценка (1–5)
1	Самостоятельно выбирает тему (не ждёт указаний)	
2	Самостоятельно формулирует цель и задачи	
3	Составляет реалистичный план работы	
4	Самостоятельно ищет информацию (не только в учебнике)	
5	Критически оценивает источники	
6	Предлагает собственные, нестандартные решения	
7	Управляет временем, укладывается в сроки	
8	При возникновении трудностей ищет выход самостоятельно	

ВКР УдГУ

9	Анализирует ошибки и понимает их причины	
10	Обращается за помощью только в крайнем случае	
11	Аккуратно ведёт документацию (черновики, записи)	
12	Уверенно выступает с презентацией и отвечает на вопросы	
13	Проводит рефлексию после завершения проекта	
14	Проявляет интерес к сложным проектам	
15	Понимает практическую значимость проектной деятельности	

Шкала та же: 1–5.

Бланк 3. Карта наблюдения учителя за самостоятельностью в ТЕХНИЧЕСКОМ проекте (по 7 этапам)

Инструкция: Оцените уровень самостоятельности, проявленный учеником именно в рамках робототехнического проекта (интеграция LEGO EV3 и 3D-печати). Используйте шкалу 1–5.

№	Утверждение (применительно к конкретному техническому проекту)	Оценка (1–5)
1	Организационно-подготовительный этап – самостоятельно выбрал техническую задачу, проанализировал ресурсы конструктора, сформулировал цель и ТЗ	
2	Первичная сборка – собрал базовую модель по общим принципам, выявил недостатки стандартной конструкции	
3	Проектирование и 3D-печать – самостоятельно создал 3D-модель недостающей детали, учёл технологические ограничения, подготовил и запустил печать	
4	Доработка и полная сборка – интегрировал напечатанную деталь, подогнал при необходимости, аккуратно подключил электронику	

ВКР УлГУ

5	Программирование и отладка – разработал алгоритм, написал программу (без готового шаблона), провёл начальную отладку	
6	Испытания и итерации – систематически тестировал, анализировал причины ошибок (механика / программа / датчики), вносил изменения и повторял цикл	
7	Документация и защита – вёл «Инженерный дневник» (фото, эскизы, анализ ошибок), подготовил презентацию, уверенно выступил и ответил на вопросы	

Шкала: 1 – не проявлено / требовалась постоянная помощь; 3 – проявлено частично / с редкими подсказками; 5 – проявлено полностью самостоятельно.

Бланк 4. Сводная таблица для сопоставления результатов

Ученик	Общая самооценка (вход)	Оценка учителя (вход)	Общая самооценка (выход)	Оценка учителя (выход)	Самостоятельность в тех. проекте (оценка учителя)
1					
2					
…					

Максимальный балл по каждому опроснику: 75 (15 вопросов × 5).

Максимальный балл по карте технического проекта: 35 (7 этапов × 5).

ВКР УлГУ

Тест «Техническое проектирование: от идеи до прототипа»

ФИО: _____ **Класс:** _____

Инструкция: Внимательно прочитайте каждый вопрос. Выберите правильный ответ (или ответы), выполните задание. Время выполнения – 30 минут.

1 (выбор одного ответа). Расположите этапы работы над техническим проектом в правильном порядке:

1. Защита проекта
2. Выявление проблемы и постановка цели
3. Изготовление и сборка прототипа
4. Планирование и поиск решений

А) 2 → 4 → 3 → 1
Б) 1 → 2 → 3 → 4
В) 4 → 2 → 1 → 3
Г) 2 → 3 → 4 → 1

2 (открытый краткий ответ). На каком этапе проектной деятельности составляется техническое задание (ТЗ) и определяются критерии успеха? Напишите название этапа.

_____
_____

3 (выбор одного ответа). Вы собрали стандартного робота LEGO EV3. При движении по ковру он часто съезжает в сторону. Как лучше сформулировать цель проекта по решению этой проблемы?

А) «Сделать робота лучше»
Б) «Разработать систему стабилизации движения, обеспечивающую прямолинейное движение по ковровому покрытию»
В) «Поменять колёса»
Г) «Спросить у учителя, что делать»

4 (выбор нескольких ответов). Какие вопросы помогут правильно сформулировать цель технического проекта? Выберите **два** наиболее подходящих варианта.

А) «Что я хочу получить в итоге?»
Б) «Какую проблему решает мой проект?»
В) «Какую оценку мне поставят?»
Г) «Сколько времени я потрачу?»

5 (выбор одного ответа). Вы хотите спроектировать крепление для ультразвукового датчика. Где лучше всего искать технические характеристики и примеры решений?

А) В учебнике по литературе
Б) В открытых CAD-библиотеках (например, Thingiverse, GrabCAD) и на форумах робототехников
В) В новостной ленте социальных сетей
Г) В инструкции к мобильному телефону

6 (открытый краткий ответ). Назовите два критерия, по которым следует оценивать найденную в интернете техническую информацию (например, про чужой проект робота) перед тем, как использовать её в своей работе.

_____
_____
_____

7 (выбор одного ответа). Вы собрали робота-тележку на колёсной базе. Для выполнения задания по переноске груза вы закрепили тяжёлый аккумулятор на высокой мачте (на высоте 15 см от шасси). При повороте на скорости робот постоянно опрокидывается на бок. Какой физический принцип или характеристика конструкции является причиной нестабильности?

А) Недостаточная сила трения колёс о поверхность
Б) Слишком низкая скорость движения
В) Высокое расположение центра тяжести относительно оси колёс
Г) Отсутствие амортизации

8 (соотнесение). Соотнесите техническую задачу с физическим принципом, который нужно применить для её решения. (Запишите пары: 1-Б, 2-А и т.д.)

Техническая задача	Физический принцип
1. Робот не может поднять тяжёлый груз	А. Сила трения
2. Робот скользит на наклонной поверхности	Б. Выигрыш в силе (рычаг, блок)
3. Робот резко останавливается, и деталь падает	В. Инерция

_____

9 (выбор одного ответа). Какой блок программирования в среде LEGO EV3 нужно использовать, чтобы робот повторял одно и то же действие (например, движение вперёд на 1 секунду) до тех пор, пока датчик касания не будет нажат?

А) «Переключатель» (Switch)
Б) «Цикл» (Loop) с условием выхода
В) «Параллельная задача»
Г) «Таймер»

10 (открытый краткий ответ). Напишите на псевдокоде или русском языке алгоритм, который заставит робота ехать вперёд, пока расстояние до препятствия (по ультразвуковому датчику) не станет меньше 20 см, затем остановиться.

_____
_____
_____
_____

11 (выбор одного ответа). Какая операция в CAПР (например, Tinkercad, Fusion 360, Компас 3D) позволяет превратить плоский эскиз в объёмную деталь?

А) Выдавливание (Extrude)
Б) Скругление (Fillet)
В) Массив (Pattern)
Г) Оболочка (Shell)

12 (открытый краткий ответ). Назовите два формата файлов, которые обычно используются для сохранения 3D-модели перед отправкой на FDM-принтер (один – для редактирования модели, другой – для печати).

_____
_____

ВКР ЕГЭ

13 (выбор одного ответа). Вы проектируете деталь для робота, которая должна плотно надеваться на ось диаметром 5 мм. Каким должен быть диаметр отверстия в 3D-модели, если принтер даёт усадку и требует зазор около 0,3–0,5 мм?

А) Ровно 5 мм Б) 4,5 мм
В) 5,4 мм Г) 5,5 мм

14 (выбор нескольких ответов). Какие технологические ограничения FDM-печати нужно учитывать при проектировании детали? Выберите **три** варианта.

А) Минимальная толщина стенки (например, не менее 0,8–1 мм)
Б) Максимальная яркость цвета пластика
В) Свесы (угол наклона более 45° требует поддержек)
Г) Вес напечатанной детали не должен превышать 1 кг
Д) Возможность печати без поддержек (мостики)

15 (установление последовательности). Расположите действия при подготовке к печати детали в правильном порядке:

1. Запустить печать
2. Экспортировать модель в STL
3. Ориентировать модель на виртуальном столе слайсера
4. Загрузить модель в слайсер и настроить параметры (температура, скорость, поддержки)
5. Сохранить G-код на SD-карту или отправить по USB

Вопрос 16 (выбор одного ответа). Вы напечатали крепление для датчика, но оно не встаёт на место. Что нужно сделать в первую очередь?

А) Выбросить деталь и напечатать заново
Б) Измерить реальные размеры детали и посадочного места, сравнить с моделью
В) Попросить учителя исправить программу
Г) Смазать деталь маслом и силой надеть

17 (открытый краткий ответ). Напишите три основных элемента, которые должны быть в плане работы над техническим проектом, чтобы он был реалистичным (Какие элементы проекта необходимо продумать перед началом всей работы?)

_____
_____
_____

18 (выбор одного ответа). Что означает «итерационный цикл» в инженерном проектировании?

А) Однократное выполнение всех этапов проекта
Б) Повторяющийся процесс: прототип → тест → анализ → улучшение
В) Создание финальной версии без промежуточных проверок
Г) Копирование готового решения без изменений

19 (открытый краткий ответ). Приведите пример вопроса для самооценки после завершения проекта, который помогает проанализировать **причины** неудачи (а не просто констатировать её).

_____
_____
_____

20 (выбор нескольких ответов). Какие материалы обязательно должны быть в «Инженерном дневнике» проекта? Выберите **три** варианта.

А) Ежедневные записи о погоде
Б) Эскизы и наброски идей
В) Скриншоты 3D-модели на разных этапах
Г) Личные впечатления о вкусе обеда
Д) Результаты тестов (фото, видео, замеры)
Е) Список покупок на неделю

21 (выбор одного ответа). В какой среде трёхмерного моделирования используется понятие «эскиз», «операция выдавливания» и «дерево построения»?

А) Adobe Photoshop Б) Microsoft Word
В) Компас-3D Г) Scratch

22 (выбор нескольких ответов). Вы открыли в Компас-3D чертёж детали. На виде спереди размеры: ширина 40 мм, высота 20 мм. На виде сверху: глубина 30 мм, есть отверстие диаметром 8 мм. Какие параметры 3D-модели вы можете точно определить по этим данным? Выберите **два** варианта.

А) Вес детали в граммах
Б) Габаритные размеры (длина, ширина, высота)
В) Материал, из которого изготовлена деталь
Г) Диаметр сквозного отверстия
Д) Цвет детали

23 (установление последовательности). Вы программируете робота LEGO EV3, который должен двигаться по линии и останавливаться перед препятствием. Расположите действия по созданию и отладке программы в правильной последовательности.

1. Загрузить программу в контроллер
2. Написать код (цикл с проверкой датчика цвета и ультразвукового датчика)
3. Провести тест на трассе, зафиксировать ошибки
4. Разработать алгоритм движения на бумаге (блок-схему)
5. Проанализировать ошибки, изменить код (например, подобрать коэффициенты)
6. Повторить тестирование

---

24 (выбор одного ответа). Вы спроектировали деталь в Компас-3D, но при попытке экспорта в STL программа выдаёт ошибку «Обнаружены самопересечения граней». Что это означает и как исправить?

А) Ошибка не критична, можно игнорировать и печатать
Б) В модели есть геометрические ошибки (грани пересекают друг друга), необходимо перестроить проблемные участки
В) Файл слишком большой, нужно уменьшить масштаб
Г) Не хватает оперативной памяти, нужно перезагрузить компьютер

ВКРУЧНУЮ

Тест может быть использован как на констатирующем, так и на контрольном этапе эксперимента. Оценка производится по сумме баллов (за открытые вопросы – экспертная оценка по критериям полноты и правильности). Для перевода в уровни можно использовать шкалу: 0–40% – низкий, 41–70% – средний, 71–100% – высокий.

Ключи для быстрой проверки:

Вопрос	Ответ
1	А
2	этап целеполагания / постановки цели
3	Б
4	А, Б
5	Б
6	(два любых разумных критерия)
7	В
8	1-Б, 2-А, 3-В
9	Б
10	(алгоритм с циклом и условием)
11	А
12	STL и (STEP/F3D)
13	В
14	А, В, Д
15	2→4→3→5→1 (или 2→3→4→5→1)
16	Б
17	(три элемента планирования)
18	Б
19	(вопрос о причинах, а не о факте)
20	Б, В, Д
21	В
22	Б, Г
23	4 → 2 → 1 → 3 → 5 → 6
24	Б

ВКР УГГУ