

Из опыта межпредметной интеграции содержания основного и  
дополнительного образования в сфере БПЛА

***Леонова Елена Анатольевна***

канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры математики и информатики,  
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-  
педагогический университет»,  
454080, РФ, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 69

*E-mail:* [leonova@cspu.ru](mailto:leonova@cspu.ru)

***Манеева Наталья Николаевна,***

заместитель директора по УВР,  
МАОУ «Лицей № 67 г. Челябинска»

*E-mail:* [maneev@rambler.ru](mailto:maneev@rambler.ru)

***Акимов Дмитрий Витальевич***

учитель физики высшей квалификационной категории,  
МАОУ «Лицей № 67 г. Челябинска»

*E-mail:* [chelmou-67@yandex.ru](mailto:chelmou-67@yandex.ru)

**Аннотация (Abstract)**

**Цель (Object):** Исследование направлено на теоретическое обоснование педагогических условий межпредметной интеграции содержания основного и дополнительного образования в целях формирования у школьников инженерного мышления в сфере БПЛА.

**Методы (Methods):** Обзор научно-педагогической литературы позволил проанализировать существующие подходы к реализации межпредметной интеграции, формированию инженерного мышления у школьников. Педагогическое проектирование было направлено на

теоретическое обоснование и разработку педагогических условий межпредметной интеграции содержания основного и дополнительного образования. На эмпирическом этапе исследования применялось педагогическое наблюдение, анализ разработанных материалов учителей-предметников.

**Результаты (Findings):** Определены педагогические условия межпредметной интеграции содержания основного и дополнительного образования в целях формирования у школьников инженерного мышления в сфере БПЛА. Для учебных предметов (математика, информатика, физика, химия, биология, география, труд (технология), обществознание) установлены межпредметные связи с содержанием дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой «Беспилотные летательные аппараты»: 1) операционально-деятельностные межпредметные связи, обеспечивающие развитие у школьников инженерного мышления; 2) содержательно-информационные межпредметные связи, включающие фактические, понятийные и теоретические связи; 3) задания межпредметного характера (квазипрофессиональные задачи).

**Выводы (Conclusions):** Межпредметная интеграция содержания основного и дополнительного образования в сфере БПЛА представляет собой не только педагогически обоснованную, но и социально востребованную стратегию подготовки будущих инженерных кадров, способных обеспечить научно-технологический прорыв и укрепление инновационного потенциала России.

**Ключевые слова (Keywords):** межпредметная интеграция; межпредметные связи; инженерное мышление; основное общее образование; дополнительное общее образование; БПЛА; квазипрофессиональное задание

### **Введение**

На современном этапе экономического развития российского общества особое внимание уделяется обеспечению промышленности высококвалифицированными инженерными кадрами. В России в 2025 г. на

смену национальному проекту «Цифровая экономика» пришел новый национальный проект — «Экономика данных и цифровая трансформация государства». В состав нового национального проекта входит федеральный проект «Кадры для цифровой трансформации», который в качестве основных направлений обучения определяет искусственный интеллект, беспилотные летательные аппараты, робототехнику и микроэлектронику. Таким образом, формирование устойчивого интереса молодёжи к инженерной профессии, в том числе связанной с проектированием, разработкой, эксплуатацией и сопровождением беспилотных технологий остается важной задачей школьного образования.

Изучение основ создания и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с учетом соблюдения принципов безопасности позволит школьникам ознакомиться с современными технологиями, изучить основы авиамоделирования, электротехники, программирования, принципов аэродинамики и в будущем применить эти навыки практически в любой сфере профессиональной деятельности. Основная роль в формировании инженерных навыков в сфере БПЛА отводится организациям дополнительного образования.

### **Литературный обзор**

На современном этапе большое внимание уделяется интеграции основного (общего) и дополнительного образования, активизации взаимодействия общеобразовательной школы с системой дополнительного образования [5]. Современной высокоэффективной инновационной технологией, которая позволяет образовательным организациям динамично развиваться становится сетевое взаимодействие образовательных организаций [2].

Сегодня учитель должен связывать в едином образовательном пространстве школьников и носителей передовых технологий (ученых, инженеров, представителей бизнеса) для формирования знаний и

компетенций, обеспечивающих как требования образовательного стандарта, так и будущую профессиональную востребованность обучающегося [7].

Авторы работы [7] отмечают тенденцию усиления связей отдельных дополнительных общеобразовательных программ (ДООП) между собой, но этих программ с программами общего образования различных уровней.

Интеграция основного (общего) и дополнительного образования осуществляется на основе межпредметных связей. В педагогической литературе имеется множество определений категории «межпредметные связи». Межпредметным связям в школьном обучении посвящены работы А.В. Усовой, Г.Ф. Федорца, В.Е. Пешковой [6, 9, 10]. За основу возьмем следующее определение: «Межпредметные связи есть педагогическая категория для обозначения синтезирующих, интегративных отношений между объектами, явлениями и процессами реальной действительности, нашедших свое отражение в содержании, формах и методах учебно-воспитательного процесса и выполняющих образовательную, развивающую и воспитательную функции в их органическом единстве» [10].

В практике школьного обучения существуют различные приемы реализации межпредметного взаимодействия: перенос знаний, умений и навыков из одних дисциплин в другие; адаптация учебного материала одного предмета для использования в обучении другого [3].

Рассмотрим классификацию межпредметных связей. В.Н. Максимовой в книге [4] предложена классификация, включающая содержательно-информационные, операционно-деятельностные, организационно-методические межпредметные связи. Содержательно-информационные межпредметные связи подразделяются в свою очередь на: фактические, понятийные и теоретические связи. Фактические связи – это связи между учебными дисциплинами на уровне фактов. На формирование понятий, общих для родственных дисциплин, направлены понятийные связи. В рамках системы научных знаний в определённой предметной области следует говорить о теоретических связях [8].

Операционно-деятельностные межпредметные связи определяются единством методов научного познания природы и учебно-воспитательных задач. В условиях межпредметной интеграции основного и дополнительного образования по формированию инженерных навыков в сфере БПЛА операционно-деятельностные межпредметные связи учебных предметов с ДООП «Беспилотные летательные аппараты» рассматриваются нами в аспекте развития инженерного мышления.

Обучение должно быть ориентировано не только на передачу знаний, но и на развитие мыслительных процессов [11]. Развитие инженерного мышления способствует формированию у обучающегося аналитических навыков, технического любопытства, познавательного интереса и, как следствие, успешной социализации учащихся.

Исследованиям в области формирования и развития инженерного мышления у школьников посвящены работы Хаматнуровой Е. Н., Каменских Д. Е. Шефер О.Р. [11, 12]. Сформулируем главные положения на основе этих работ.

Сформированность инженерного мышления – важное качество в современного человека, позволяющее видеть проблему целиком с разных сторон, разрабатывать новые идеи в процессе научного познания; принимать взвешенные и обдуманные решения.

Развитие инженерного мышления носит межпредметный (междисциплинарный) характер. Конкретные и реальные задачи, на решение которых направлено инженерное мышление, не ограничены одной предметной областью. Подход к решению этих задач требует сочетания знаний из различных сфер знаний, что подчеркивает важность межпредметной интеграции в обучении.

Инженерное мышление представляет собой сложный комплекс, состоящий из технического, конструктивного, исследовательского и экономического компонентов.

Развитию инженерного мышления способствуют квазипрофессиональные задачи. Квазипрофессиональная задача, на примере физики, представляет собой «проблемную ситуацию, разрешение которой направлено на развитие практических навыков в определенной области с опорой на физические понятия и законы, имеющую прикладное значение и приближенную к реальным профессиональным ситуациям» [12].

### **Материалы и методы**

В рамках настоящего исследования реализован комплексный, теоретико-эмпирический подход, сочетающий анализ фундаментальных и прикладных источников, педагогическое проектирование и опытно-экспериментальную работу.

Экспериментальная база исследования включала педагогический коллектив МАОУ «Лицей № 67 г. Челябинска», принимающий участие в реализации комплексной модели содержания образования, разработанной в рамках регионального инновационного проекта. Модель ориентирована на системное формирование инженерных компетенций у обучающихся в области БПЛА посредством интеграции основного и дополнительного общего образования.

Ключевым структурным элементом модели выступает реализация дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ (ДООП), направленных на освоение теоретических основ и практических навыков проектирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА. Интегративная функция модели обеспечивается за счёт реализации принципа межпредметных связей между содержанием ДООП и базовыми профориентирующими учебными предметами (физика, информатика, математика, технология и др.), предусмотренными ФГОС ООО и СОО, а также целенаправленного развития когнитивных и психологических компетенций обучающихся, значимых для решения инженерных задач в сфере БПЛА [1].

Настоящее исследование направлено на теоретическое обоснование межпредметной интеграции основного и дополнительного образования в

целях формирования у школьников инженерного мышления в сфере БПЛА. Этапы исследования: анализ научно-педагогической литературы, педагогическое проектирование и опытно-экспериментальная работа

Системный анализ научно-педагогической литературы позволил уточнить понятийные основы междисциплинарной интеграции и инженерного мышления. Этап проектирования был направлен на выявление фактических, понятийных и теоретических связей между ДООП «Беспилотные летательные аппараты» и учебными предметами (физика, информатика, математика, география, биология, технология, химия, обществознание), а также вклада учебных предметов в формирование инженерного мышления. Эмпирический этап включал педагогическое наблюдение, анализ материалов учителей-предметников, разработанных для обеспечения междисциплинарных связей и формирование инженерного мышления у обучающихся.

### **Результаты**

Целью исследования является определение педагогических условий междисциплинарной интеграции содержания основного и дополнительного образования в целях формирования у школьников инженерного мышления в сфере БПЛА. В образовательной организации, которая является экспериментальной базой исследования, на уровне основного общего образования реализуется дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные летательные аппараты». К профилированным с сфере БПЛА учебным предметам относятся: математика, информатика, физика, химия, биология, география, труд (технология), обществознание.

На основе анализа научно-педагогической литературы и учета особенностей экспериментальной базы исследования сформулируем задачи исследования: 1) определить вклад учебных предметов в формирование и развитие инженерного мышления; 2) установить междисциплинарные элементы содержания учебных предметов (факты, понятия, теорию) 3) разработать

методические рекомендации по реализации межпредметных связей в обучении.

ДООП «Беспилотные летательные аппараты» предназначена для учащихся 7-9 классов. Цель программы – формирование начальных знаний и навыков у обучающихся в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации дистанционно пилотируемых мультироторных систем. Результаты освоения программы: знание и понимание базовых терминов и понятий в области авиации, основных конструктивных особенностей авиационной техники, правил моделирования и конструирования авиамodelей; знание физических основ полета, аэродинамики малых скоростей; навыки в области электросхемотехники, программирования микроконтроллеров, сборки, программирования и пилотирования БПЛА мультироторного типа.

Как было указано выше, инженерное мышление включает технический, конструктивный, исследовательский и экономический компоненты. Эти составляющие инженерного мышления базируются на изучении школьных учебных предметов. Мы выделили в содержании школьных предметов знания и умения, наиболее значимые инженерной профессии. Приведем примеры таких знаний и умений по отдельным предметам.

Математика:

- *логичность и строгость математического мышления*: способность строить дедуктивные рассуждения, обосновывать выводы, выявлять противоречия и проверять корректность решений;

- *владение математическим языком и символикой*: свободное оперирование формулами, обозначениями, графиками, диаграммами; способность точно и лаконично выражать технические идеи на языке математики;

- *инженерно-проектное применение математики*: способность использовать математику для проектирования, оптимизации и



прогнозирования; понимание, что математика — не цель, а средство решения инженерной задачи.

Информатика:

- *алгоритмическое мышление*: умение формализовать задачу и разрабатывать последовательность чётких, однозначных шагов (алгоритм) для её решения;

- *способность к формализации и кодированию информации*: умение представлять данные в различных формах; умение кодировать информацию; навыки формализованного описания поставленных задач; владение языком программирования;

- *инженерно-проектное мышление в цифровой среде*: умение находить решение практических задач с помощью информационных технологий.

Физика:

- *экспериментальное мышление*: понимание роли эксперимента как источника знаний и средства проверки гипотез; умение проектировать простые физические опыты, интерпретировать результаты;

- *способность к обобщению и систематизации физических знаний*: выявление общих принципов, лежащих в основе различных явлений;

- *техничко-прикладная интерпретация физических законов, методов*: понимание связи теоретических знаний с реальными техническими устройствами и инженерными решениями.

Далее мы рассмотрим для основной школы (7-9 классы) межпредметные связи профессионально значимых учебных предметов с содержанием ДООП «Беспилотные летательные аппараты».

Следует выделить два аспекта реализации межпредметных связей: с одной стороны, обогащение содержания уроков по профессионально значимым предметам материалом, связанным с эксплуатацией, управлением, конструированием беспилотных систем, а с другой стороны – применение учебного материала по предметам при освоении дополнительной программы, направленной на изучение БПЛА.

Межпредметные связи учебного предмета (7-9 классы) с дополнительными программами по изучению БПЛА, представлены с помощью таблиц. Таблица составляется для каждого учебного предмета. В ней выделены темы, которые соответствуют тематическому планированию из федеральной рабочей программы по предмету (ФРП). По каждой теме представлены: межпредметное содержание (элементы программного содержания из ФРП по предмету и конкретизация этих элементов для технологии БПЛА); предметные результаты (представленные в ФРП и конкретизация для технологии БПЛА); вклад в развитие инженерного мышления на материале темы учебного предмета.

По каждой теме предлагается дидактический материал, отражающий те или иные аспекты применения (создания) БПЛА на учебном материале по теме: презентации, видеоролики, викторины, а также задания (задачи), в том числе квазипрофессиональные.

Фрагмент таблицы, включающей информацию о межпредметных связях информатики с ДООП, представлен на рисунке 1

Межпредметное содержание	Предметные результаты (из ФРП и конкретизация для БПЛА)	Развитие инженерного мышления
<b>Представление информации</b>		
<b>ФРП:</b> Кодирование символов. Двоичный код.  <i>БПЛА:</i> Виды кодов и их роль в беспилотных системах. Надежное кодирование в беспилотных системах	<b>ФРП:</b> – демонстрировать понимание основных принципов кодирования информации различной природы  <i>БПЛА:</i> – приводить примеры применения кодирования в управлении и передаче данных.	Способность к формализации и кодированию информации.

Рисунок 1. Межпредметные связи информатики с ДООП (фрагмент)

Методические рекомендации по интеграции элементов содержания, направленных на изучение БПЛА, в содержание уроков информатики (7-9 классы) включают дидактические материалы, например такие, как:

1. Презентации: «Виды кодов и их роль в беспилотных системах», «Примеры применения кодирования в управлении и передаче данных»

2. Демонстрационные материалы: простая схема передачи команд (например, 3-битные коды для команд); видео о работе беспилотных систем с защищенными каналами связи.

3. Задачи на кодирование и декодирование простых команд; таблицы ошибок и исправлений (например, как код исправляет ошибку)

В качестве примера задания предлагается задание «Кодирование команд». Задание направлено на получение представления учащимися о применении кодирования в управлении и передаче данных.

В задании задано: команды для беспилотника: Вперед, Назад, Влево, Вправо. Требуется каждой команде присвоить двоичный код из 3 бит (например, Вперед — 001, Назад — 010 и т.д.). Обсудить, что произойдет, если при передаче команды произойдет ошибка (например, один бит изменится) и предложить использовать более надежный код (например, код Хэмминга) для исправления ошибок.

Фрагмент таблицы, включающей информацию о межпредметных связях физики с ДООП, представлен на рисунке 2. Методические рекомендации содержат практические задания. Пример одного из приведен ниже.

*Пример задания по теме физики «Работа и мощность. Энергия»*

Задание «Расчет работы и мощности при вертикальном взлете (Базовый уровень)»

Условие: БПЛА массой  $m = 2$  кг взлетает вертикально вверх с постоянной скоростью  $V = 4$  м/с. Сила сопротивления воздуха мала и не учитывается. Время взлета  $t = 10$  сек.

Вопрос 1: на какую высоту он поднимется за это время?

Вопрос 2: чему равна работа сил тяги двигателей по подъему дрона?

Вопрос 3: какова средняя мощность двигателей в этом полете?

Методический комментарий: здесь сила тяги ( $F_{тяги}$ ) равна силе тяжести ( $m \cdot g$ ), так как движение равномерное. Работа силы тяги полностью переходит в потенциальную энергию дрона.

Межпредметное содержание	Предметные результаты (из ФРП и конкретизация для БПЛА)	Развитие инженерного мышления
<b>Работа и мощность. Энергия</b>		
<b>ФРП:</b> Механическая работа для сил, направленных вдоль линии перемещения. Мощность. Механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. <b>БПЛА:</b> <i>Расчет необходимой мощности двигателей для взлета, висения, маневров.</i> <i>Расчет энергии аккумулятора и ее расхода. Основа для расчета автономности.</i>	<b>ФРП:</b> приводить примеры (находить информацию о примерах) практического использования физических знаний в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде; <b>БПЛА:</b> – выполнять расчет необходимой мощности двигателей для взлета, висения, маневров; – выполнять расчет энергии аккумулятора и ее расхода; – объяснять зависимость времени полета от резких маневров (рост кинетической энергии)	Экспериментальное мышление: проведение практических опытов и исследований (например, замер потребления тока при разных режимах полета) для сбора данных, проверки гипотез и оптимизации работы устройства.

Рисунок 2. Межпредметные связи физики с ДООП (фрагмент)

### Обсуждение

Результатом опытно-экспериментальной работы, проведенной на базе МАОУ «Лицей № 67 г. Челябинска», стали методические разработки учителей предметников по реализации межпредметных связей с ДООП «Беспилотные летательные аппараты» всех профориентированных в сфере БПЛА учебных предметов: математика, информатика, физика, химия, биология, география, труд (технология), обществознание.

Задачи исследования, таким образом, выполнены. Цель исследования достигнута. Теоретически обоснованы педагогические условия межпредметной интеграции содержания основного и дополнительного образования в целях формирования у школьников инженерного мышления в сфере БПЛА: 1) определен вклад профориентированных в сфере БПЛА

учебных предметов в формирование и развитие инженерного мышления; 2) установлены межпредметные элементы содержания учебных предметов (факты, понятия, теория) 3) разработаны методические рекомендации по реализации межпредметных связей в обучении.

### **Заключение**

Реализация межпредметной интеграции содержания основного и дополнительного образования в сфере БПЛА обеспечивает: повышение осмысленности и практической значимости школьных знаний; развитие системного, аналитического и креативного мышления; усиление мотивации к техническим специальностям и раннюю профориентацию; формирование цифровой, технической и проектной грамотности – ключевых компетенций XXI века.

Таким образом, межпредметная интеграция содержания основного и дополнительного образования в сфере БПЛА представляет собой не только педагогически обоснованную, но и социально востребованную стратегию подготовки будущих инженерных кадров, способных обеспечить научно–технологический прорыв и укрепление инновационного потенциала России.

### **Список литературы:**

1. Аркаева Н. И., Манеева Н. Н. / Социально-экономическое развитие промышленного региона. Сборник научных трудов III-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 100-летию со дня рождения доктора экономических наук, профессора Александра Арсентьевича Голикова, 14 ноября 2024 года / под общ. ред. А. А. Саламатова, Г. Н. Пряхина, А. Р. Данилова – Челябинск: ЧелГУ, 2024. – С.13 – 20
2. Иванова И. В. Интеграция основного и дополнительного образования детей // Северный регион: наука, образование, культура. 2016. №1 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-osnovnogo-i-dopolnitelnogo-obrazovaniya-detey> (дата обращения: 13.11.2025).
3. Кузнецова Н.В., Федулова Ю.А. Реализация межпредметной

интеграции в экологическом образовании Наука и Образование. Том 7. № 1.  
2024 / Педагогические науки

4. Максимова В.Н. Интеграция в системе образования. СПб.: 2000
5. Пензина Н. А., Кирова К. М. Интеграция общего и дополнительного образования в общеобразовательной организации как один из механизмов эффективного управления качеством образования // Научно-методическое обеспечение оценки качества образования. 2023. № 1 (17). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-obschego-i-dopolnitelnogo-obrazovaniya-v-obscheobrazovatelnoy-organizatsii-kak-odin-iz-mehanizmov-effektivnogo> (дата обращения: 13.11.2025).
6. Пешкова В.Е. Педагогика. Ч. 3: Технологии развивающего обучения Майкоп: Изд-во АГУ, 1998. 72 с.
7. Ребикова Ю. В., Чипышева Л. Н. Интеграция общего и дополнительного образования как инструмент инновационного развития школы, обеспечивающий достижение нового качества общего образования // Современное педагогическое образование. 2020. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-obschego-i-dopolnitelnogo-obrazovaniya-kak-instrument-innovatsionnogo-razvitiya-shkoly-obespechivayuschiy-dostizhenie> (дата обращения: 13.11.2025).
8. Тихонова, Е. А. Межпредметные связи в педагогике / Е. А. Тихонова // Актуальные проблемы инновационного педагогического образования. – 2018. – № 2(5). – С. 6-9. – EDN XMJQBV.
9. Усова А. В. Межпредметные связи как необходимое дидактическое условие повышения научного уровня преподавания основ наук в школе / А.В. Усова // Межпредметные связи в преподавании основ наук в школе: сб. науч. тр. : ч.1. – Челябинск, 1973. – 54 с., 12 с.
10. Федорец Г.Ф. Межпредметные связи в процессе обучения // Народное образование. – 1985. – с. 25
11. Хаматнурова Е. Н., Каменских Д. Е. Формирование инженерного мышления школьников в хайтек-цехе «кванториума» // Проблемы

современного педагогического образования. 2025. №86-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-inzhenernogo-myshleniya-shkolnikov-v-haytek-tsehe-kvantoriuma> (дата обращения: 13.11.2025).

12. Шефер О.Р., Крайнева С.В., Лебедева Т.Н., Эрентраут Е.Н. Формирование инженерного мышления школьников посредством решения квазипрофессиональных задач физического содержания // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2024. Т. 30, № 4. С. 50–57. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-4-50-57>