

**ОБЩАЯ ПЕДАГОГИКА,
ИСТОРИЯ ПЕДАГОГИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**

Научная статья

УДК 37.036

DOI: 10.20323/1813-145X-2025-5-146-8

EDN: YDJYCE

**Содержание допрофессиональной подготовки школьников к эксплуатации беспилотных
летательных аппаратов**

Лев Николаевич Серебrenников¹, Юлия Валерьевна Дидковская²

¹Доктор педагогических наук, профессор кафедры физики и информационных технологий, Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. 150066, г. Ярославль, Республиканская, 108/1

²Педагог дополнительного образования, Ярославский градоостроительный колледж. 150040, г. Ярославль, ул. Чайковского, 55

¹l.serebrennikov@yspu.org, <https://orcid.org/0009-0009-8618-6427>

²Julia23031992@yandex.ru, <https://orcid.org/0008-0009-9485-9648>

Аннотация. В статье обосновывается важность профессиональной ориентации школьников с учетом развивающегося рынка труда и образования, формирования профессионально важных качеств учащихся. В условиях стремительного развития технологий и цифровизации всех сфер жизни общества возрастает потребность в подготовке специалистов, владеющих современными технологиями. Робототехника, 3D-моделирование и автоматизированные системы становятся неотъемлемой частью образовательного процесса, формируя у учащихся инженерное мышление, креативность и готовность к решению сложных задач. Одним из актуальных направлений научно-технического развития производства является автоматизированное управление, в частности беспилотными транспортными средствами различного назначения. С целью комплексного решения задач профориентации на современные профессии и разработки содержания подготовки школьников к получению профессии «Оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами» проведен анализ стандартов по данной профессии, требований, предъявляемых к ней, а также существующей практики такой подготовки, которая сегодня имеется в центральных регионах России (Москве, Московской, Ленинградской Владимирской, Ярославской областях). Выявлены общие педагогические и организационные задачи и проблемы в подготовке школьников, особенности ее организации. Рассматриваются некоторые теоретические положения, определяющие содержание подготовки. На основе анализа Федеральных государственных общеобразовательных стандартов определен потенциал ряда дисциплин основной и старшей школы (технология, информатика, ОБЖ) для получения профессии «Оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами», а также показаны возможности изучения предметов по выбору, профильного обучения в старшей школе, внеурочной деятельности и дополнительного образования, подчеркивается важность сетевого взаимодействия.

Ключевые слова: профессиональное самоопределение; подготовка школьников к получению профессии; содержание подготовки; федеральный государственный образовательный стандарт; учебный предмет труд; технология; профессиональный стандарт; оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами

Для цитирования: Серебrenников Л. Н., Дидковская Ю. В. Содержание допрофессиональной подготовки школьников к эксплуатации беспилотных летательных аппаратов // Ярославский педагогический вестник. 2025. № 5 (146). С. 8–20. <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2025-5-146-8>. <https://elibrary.ru/YDJYCE>

GENERAL PEDAGOGY, HISTORY OF PEDAGOGY AND EDUCATION

Original article

The content of pre-professional training of schoolchildren for the operation of unmanned aerial vehicles

Lev N. Serebrennikov¹, Yulia V. Didkovskaya²

¹Doctor of pedagogical sciences, professor at department of physics and information technologies, Yaroslavl state pedagogical university named after K. D. Ushinsky. 150066, Yaroslavl, Respublikanskaya st., 108/1

²The teacher of additional education, Yaroslavl city planning college. 150040, Yaroslavl, Tchaikovsky st., 55

¹l.serebrennikov@yspu.org, <https://orcid.org/0009-0009-8618-6427>

²Julia23031992@yandex.ru, <https://orcid.org/0008-0009-9485-9648>

Abstract. The article substantiates the importance of professional orientation of schoolchildren, taking into account the developing labor market and education, and the formation of professionally important qualities of students. With the rapid development of technology and digitalization of all spheres of society, there is an increasing need to train specialists with the skills to work with modern technologies. Robotics, 3D-modeling, and automated systems are becoming an integral part of the educational process, shaping students' engineering thinking, creativity, and willingness to solve complex problems. One of the relevant aspects of the production development is the provision of management, in particular, unmanned vehicles for various purposes. In order to solve the problems of career guidance for a modern profession, to develop the content of preparing schoolchildren for the profession of «Operator of ground-based control for unmanned aerial vehicles», the standards for this profession are analyzed, the requirements for it are identified, as well as the existing practice of such training, which is currently available in the central regions of Russia (Moscow and Moscow, Leningrad, Vladimir and Yaroslavl regions). The general pedagogical and organizational problems in preparing schoolchildren, difficulties in its organization are revealed. Some theoretical provisions defining the content of training based on the study of publications on this issue are considered. Based on the analysis of Federal State General Education Standards, the potential of a number of primary and high school disciplines (technology, computer science, housing and communal services) for obtaining the profession of «Operator of ground-based controls for unmanned aerial vehicles» is determined, and the possibilities of studying elective subjects, specialized training in high school, extracurricular activities and additional education are shown, the importance of networking is emphasized.

Key words: professional self-determination; preparation of schoolchildren for profession; content of training; federal state educational standard; educational subject labor; technology; professional standard; operator of ground-based controls for unmanned aerial vehicles

For citation: Serebrennikov L. N., Didkovskaya Y. V. The content of pre-professional training of schoolchildren for the operation of unmanned aerial vehicles. *Yaroslavl pedagogical bulletin*. 2025; (5): 8-20. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2025-5-146-8>. <https://elibrary.ru/YDJYCE>

Введение

Подготовка кадров для развития экономики страны ставит задачи модернизации системы образования, способствующей повышению эффективности профессионального самоопределения и трудового воспитания учащихся, созданию условий успешного продвижения по выбранному профессиональному пути. Этому способствует введение в систему образования программы «Профессионалитет» [Федеральный проект «Профессионалитет»... , 2025], направленной на опережающее профессиональное развитие и становление подрастающего поколения, в том числе – прохождением школьниками допрофессио-

нальной подготовки или профессионального обучения одновременно с получением общего образования. Обеспечение процессов социально-профессионального самоопределения школьников требует решения ряда задач в условиях развивающегося рынка труда и образования, выявления и реализации профессионально важных качеств учащихся.

Актуальным аспектом развития производства является обеспечение современных технологических процессов и средств автоматизации управления. Это охватывает широкий спектр отраслей и специальностей, ярким примером которых выступают системы беспилотных транспортных

средств различного назначения, в том числе беспилотные авиационные системы (БАС).

В условиях стремительной цифровизации и автоматизации производственных процессов особую актуальность приобретает подготовка кадров для высокотехнологичных отраслей, например, для сферы беспилотных авиационных систем (БПЛА). В России беспилотные технологии находят применение в различных отраслях:

- военном деле,
- сельском хозяйстве (мониторинг полей, точное земледелие),
- логистике (доставка грузов),
- промышленности (инспекция объектов),
- МЧС (поисково-спасательные операции),
- геодезии и картографии и др.

Это создает устойчивый спрос на квалифицированных операторов БПЛА, владеющих не только навыками их пилотирования, но и обслуживания. Рост применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных сферах деятельности делает профессию оператора БПЛА одной из самых востребованных на рынке труда в нынешнее время. Однако в России наблюдается дефицит квалифицированных кадров, способных не только управлять дронами, но и проектировать, программировать и анализировать данные. В этой связи раннее вовлечение учащихся в технические дисциплины, такие как робототехника, 3D-моделирование и автоматизированные системы, формирует базу формирования способностей для осознанного профессионального выбора.

Цифровая трансформация экономики страны находит отражение в содержании дисциплин естественно-научного цикла и в системе трудового (технологического) обучения и воспитания учащихся. Структура и содержание федеральных программ предмета «Труд (технология)», представленных в модулях современных технологий, учитывают направления инновационного развития экономики и ставят задачу совершенствования системы профессионального самоопределения и обучения по наиболее значимым направлениям развития экономики. В связи с этим программа по труду (технологии) в общеобразовательных школах играет ключевую роль в подготовке будущих кадров для высокотехнологичных отраслей экономики.

Методология и методы исследования

Цель статьи: по результатам анализа требований ФГОС, существующей практики и публи-

каций выявить проблемы подготовки школьников к профессии оператора беспилотных летательных аппаратов и предложить возможный вариант формирования компетенций оператора БПЛА в условиях образовательной организации на основе сетевого взаимодействия.

Методологическую основу исследования составляет **компетентностный подход**, означающий ориентацию на компетенции профессионального стандарта и ФГОС общего образования при определении содержания подготовки старшеклассников к профессии оператора БПЛА. Также мы опираемся на **интегративный подход** к подготовке обучающихся к данной профессии, позволяющий объединить ресурсы различных сфер деятельности школьников, возможности учебного процесса, внеурочной деятельности и дополнительного образования, а также использовать сетевое взаимодействие организаций общего и профессионального образования.

Основными **методами исследования** являются анализ, синтез, систематизация и обобщение опыта решения исследуемой нами проблемы в разных регионах России на основе изучения материалов сайтов организаций, осуществляющих подготовку обучающихся к профессии оператора БПЛА, а также изучение публикаций, посвященных содержанию такой подготовки. Использовались материалы наблюдений, полученных в процессе обучения школьников на базе Ярославского градостроительного колледжа, при изучении ряда профильных курсов и в процессе проведения ряда профессиональных проб, связанных с трудовой деятельностью оператора БПЛА.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения содержания подготовки школьников к получению профессии «Оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами» необходимо изучить имеющиеся профессиональные стандарты. Профессиональный стандарт № 17.071 «Специалист по эксплуатации и обслуживанию беспилотных авиационных систем» [Профессиональный стандарт № 17.071..., 2020] и профессиональный стандарт 40.109 «Оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами» [Профессиональный стандарт 40.109..., 2020] определяют трудовые функции по обеспечению комплекса профессиональных задач в данной сфере деятельности:

- подготовка к полетам (изучение полетного задания);

- выполнение полетов (управление полетом, выполнение полетного задания);
- принятие решений (о возвращении или посадке в случае возникновения угрозы и др.);
- действия при особых случаях: проведение поисковых и информационных действий при аварийной посадке;
- послеполетный осмотр и устранение неисправностей;
- ведение полетной и технической документации, в том числе в электронном виде.

Опираясь на требования указанных стандартов, мы определили **трудовые функции** с учетом современных условий **по обслуживанию и управлению БПЛА**, которые предполагают формирование соответствующих **компетенций** исполнителя.

1. Подготовка БПЛА к выполнению задачи (миссии) направлена на обеспечение технической и программной готовности БПЛА к осуществлению эффективного и безопасного выполнения полетного задания. Она определяет комплекс трудовых действий и показателей их освоения:

- 1.1. Техническая диагностика и обслуживание:
 - знание устройства БПЛА (типы платформ, системы регулировок и связей, полезная нагрузка и др.);
 - проверка исправности, выявление дефектов (подготовка и проверка БПЛА служит обеспечению устойчивости полета и сохранности оборудования).
- 1.2. Адаптация конфигурации БПЛА к выполнению полетных заданий:
 - проектирование и изготовление (3Д-моделирование, прототипирование элементов конструкции и креплений полезной нагрузки), что позволяет оперативно изменять стандартную платформу и ремонтировать изделие с учетом решаемых задач;
 - настройка систем управления (калибровка сенсоров, настройка параметров полетного контроллера для обеспечения стабильности, точности полета и качества результатов).

1.3. Программирование полетных заданий (миссий): работа со специализированным программным обеспечением и/или скриптами для планирования маршрутов с учетом условий полета с целью автоматизации решения задач и повышения качества их выполнения.

2. Выполнение полетного задания на основе безопасного и эффективного управления в соот-

ветствии с решаемыми задачами и требованиями законодательства:

2.1. Пилотирование БПЛА (ручное или полуавтономное):

- знание основ аэродинамики конкретного типа БПЛА;
- навыки ручного управления в стандартных или нестандартных обстоятельствах, необходимые для взлета/посадки, коррекции поведения изделия, действий в аварийных ситуациях.

2.2. Соблюдение нормативно-правовых положений безопасного выполнения полетов и заданий:

- знание Воздушного кодекса РФ, правил использования воздушного пространства РФ, требований к эксплуатантам БПЛА, локальных нормативных ограничений;
- оформление необходимых уведомлений и ограничений, оценка рисков.

Выполнение данных требований направлено на обеспечение юридической безопасности эксплуатации изделий, предотвращение внештатных ситуаций, аварий и конфликтов.

3. Обработка и анализ результатов составления отчетов о полете для перевода текущих данных в полезную информацию.

3.1. Работа с данными полезной нагрузки предполагает:

- обработку аэрофотоснимков (фотограмметрия, создание ортофотопланов, 3Д-моделей, цифровых моделей рельефа и др.);
- анализ данных мультиспектральных тепловых камер;
- обработку данных для пространственного анализа и наложения на карты.

Оператор БПЛА должен обеспечить извлечение, обработку и передачу информации о результатах миссии.

3.2. Составление технических отчетов (представление результатов полета и анализа данных в требуемой форме).

Профессиональные функции и планируемые результаты определяют содержание подготовки школьников к профессии оператора БПЛА. Профессиональный стандарт 40.109 «Оператор наземных средств управления БПЛА» [Профессиональный стандарт 40.109..., 2020] задает требования к знаниям и умениям, которые служат ориентиром для определения содержания и разработки программ, особенно на этапе профобучения.

Обеспечение готовности к выполнению указанных функций требует соответствующей базо-

вой и специальной подготовки обучающихся на различных уровнях образовательного процесса в системе общего и дополнительного образования, профильной допрофессиональной подготовки и профессионального обучения. С учетом особенностей современных требований к профориентации школьников, трудовых функций и компетенций оператора БПЛА определим соответствующие **требования к подготовке школьников по данной профессии:**

Знать:

- виды и конструктивные особенности БПЛА;
- правовое обеспечение полетов;
- функциональные возможности систем навигации;
- виды и особенности различных типов БПЛА;
- программные настройки бортовых систем;
- выбор и установку полезных нагрузок;
- способы управления и особенности эксплуатации различных типов БПЛА;
- средства и технологии сборки и ремонта БПЛА.

Владеть:

- выполнением полетов на симуляторах;
- порядком и технологией сборки БПЛА;
- установкой и подключением бортовых систем;
- программной настройкой БПЛА;
- проведением предполетной подготовки;
- подготовкой полетного задания;
- самостоятельным выполнением полетов;
- самостоятельной работой с бортовым оборудованием;
- диагностикой, устранением неисправностей и настройкой БПЛА.

Профессионально важные качества этого специалиста связаны с пониманием взаимосвязи всех компонентов деятельности, способностью выявлять технические и операционные проблемы, умением работы в команде со всеми участниками процесса, безусловным обеспечением требований безопасности всех видов работ.

Действующие стандарты основного (ФГОС ООО) и среднего общего образования (ФГОС СОО) по ряду дисциплин имеют значительный базовый потенциал для изучения вопросов, связанных с деятельностью оператора БПЛА. Так, например, в ФГОС ООО для 5-9-х классов предлагается следующее [Федеральный государственный..., 2025]:

- Технология – знакомство с современными процессами производства, формирование умений применения технологии, что позволяет включить

основы устройства БПЛА, принципы управления и безопасности полета, его программное обеспечение, знакомство с областями и практикой применения.

– Информатика – развитие алгоритмического мышления и программирования, возможно формирование ключевых навыков для автоматизации задач БАС;

– ОБЗР – изучение основ безопасности, критически важных при эксплуатации БПЛА.

– Для углубленного изучения отдельных вопросов возможно использование ресурсов внеурочной деятельности, которые отвечают интересам школьников, организации проектной работы и начальной практики на симуляторах/микро-БПЛА.

ФГОС СОО для 10-11-х классов по ряду профильных дисциплин располагает возможностями для организации индивидуальных прикладных проектов с использованием БПЛА, изучения учебных предметов/курсов по выбору, например, «Основы БАС», «ГИС и БПЛА», «Робототехника БПЛА». В рамках профильного обучения (технологический, естественно-научный профили) возможно углубленное изучение физики, информатики, инженерии.

Таким образом, ФГОС предоставляют достаточные возможности для знакомства и освоения некоторых компетенций данной профессии преимущественно через предмет «Труд (Технология)», внеурочную деятельность, курсы по выбору и профильное обучение. Однако, опыт показывает, что для формирования компетенций современного оператора БПЛА требуется существенное обогащение содержания смежными областями (робототехника, 3D-моделирование, автоматизация), чему способствует сетевое взаимодействие общеобразовательных организаций, учреждений дополнительного и профессионального образования.

На данном этапе исследования для нас важно было изучить, как реализуется стандарт по профессии «оператор БПЛА» через содержание подготовки школьников к овладению данной профессией. В результате изучения опыта образовательных и профессиональных организаций мы выяснили, что в ряде российских школ уже внедрены курсы, связанные с деятельностью оператора БПЛА:

- кружки робототехники, например, на базе Arduino или Raspberry Pi, где учащиеся собирают простые дроны;

– проекты по 3D-моделированию, например, создание корпусов для БПЛА в Tinkercad или Fusion 360;

– проведение мастер-классов по программированию дронов при участии вузов-партнеров в МАИ и МГТУ им. Баумана.

Проводятся конкурсы и олимпиады, которые формируют интерес к профессии:

– Всероссийская олимпиада НТИ по направлению «Беспилотные авиационные системы», которая включает задачи по автономному пилотированию и компьютерному зрению.

– WorldSkills Russia (компетенция «Эксплуатация БПЛА»), где осуществляется оценка навыков управления, технического обслуживания и анализа данных;

– соревнования «Аэробот», когда школьные команды программируют дроны для прохождения трассы с препятствиями.

Нами также проведен анализ программ и профессиональных проб по использованию БПЛА в образовательных организациях центральных регионов России.

В Москве реализуются следующие образовательные программы:

– детский технопарк «Альтаир» (РТУ МИРЭА) – программа «Инженерные системы БПЛА» (144 часа), практикум по сборке коптеров с системой компьютерного зрения, проекты с ПАО «Ил» по диагностике авиатехники;

– колледж связи № 54 – профессиональная программа «Оператор БПЛА» (256 часов), практика на полигоне в Щербинке, осуществляются работа с геодезическими дронами Trimble, а также профессиональные пробы, кейс от МАИ: «Оптимизация маршрутов доставки» (использование DJI M300), проводятся мастер-классы в технопарке «Сколково» по промышленным БПЛА.

Вызывает интерес решение обсуждаемой проблемы в Московской области: образовательные программы Центра «Инженеры будущего» (г. Королёв), где изучается курс «Космические БПЛА» с РКК «Энергия», разрабатываются беспилотники для мониторинга ракет-носителей; опыт авиационного техникума им. В. А. Казакова (г. Жуковский), где осваивается спецмодуль по техническому обслуживанию БПЛА, организуются практика на аэродроме «Раменское» и профессиональные пробы; реализация проекта «Аэронет» в Дубне (работа с сельскохозяйственными дронами).

В Санкт-Петербурге также осваиваются разнообразные программы:

– в Академии цифровых технологий реализуется программа «Морские БПЛА» (216 часов), осуществляется разработка беспилотников для мониторинга Финского залива, осуществляется сотрудничество с «Адмиралтейскими верфями»;

– в Лицее № 244 изучается профильный курс «БПЛА в городской среде», осуществляется проектирование дронов для МЧС, организуются профессиональные пробы, Хакатон от Политеха по логистическим дронам, проводится практикум в порту «Бронка» по грузовым БПЛА.

Заслуживает внимания Владимирская область: в Кванториуме-33 изучается курс «Промышленные БПЛА» в сотрудничестве с заводом «Автоприбор», разрабатываются дроны для диагностики ЛЭП; во Владимирском авиамеханическом колледже реализуется программа «Техник по обслуживанию БПЛА», организуется практика на аэродроме «Семязино», а также профессиональные пробы: кейс от «Владимирского хлебокомбината» по мониторингу полей, мастер-классы по аэрофотосъёмке памятников архитектуры.

Имеется опыт реализации образовательных программ в Ярославской области: в Ярославском градостроительном колледже изучается курс «Геодезические БПЛА», организуется практика с дронами Trimble и Leica; в Центре «Новая школа» реализуются программы «Экологические БПЛА», проводится мониторинг акватории Волги, организуются профессиональные пробы: проект с Ярославским шинным заводом по инспекции территории, кейс от РЖД по диагностике железнодорожных путей.

Проведенный анализ имеющихся практик подготовки кадров для эксплуатации и обслуживания БПЛА показал, что в ряде регионов делаются попытки решать рассматриваемую проблему, изучаются самые разные курсы, определяется конкретное содержание некоторых востребованных в практике вопросов допрофессиональной подготовки школьников к деятельности оператора БПЛА, однако не обнаружено целостного концептуального обоснования определения содержания, тем курсов для подготовки будущих специалистов. В центральных регионах России активно развивают образовательные программы по БПЛА, ориентируясь на потребности местной промышленности. Однако для повышения эффективности подготовки требуется усиление сетевого взаимодействия между образовательными организациями и унификация подходов к подготовке специалистов.

Также выявлены проблемы, с которыми сталкиваются организаторы подготовки специалистов для эксплуатации и обслуживания БПЛА: Москва – перенасыщение предложения при дефиците практических площадок; Московская область – слабая координация между образовательными учреждениями; Санкт-Петербург – недостаточное использование морского потенциала; Владимир – ограниченное количество современного оборудования; Ярославль – узкая специализация программ.

Кроме этого, можно отметить ряд общих проблем в организации такой подготовки: нехватка системных программ, объединяющих теорию и практику; ограниченный доступ к современному оборудованию в регионах; узкая специализация (акцент на пилотировании, а не на комплексных инженерных решениях).

Для определения содержания подготовки школьников к получению профессии «оператор беспилотных летательных аппаратов» важно было проанализировать ряд публикаций, рассматривающих теоретические положения и практические решения. С этой точки зрения привлекла внимание статья В. С. Сыпачева и А. А. Михалева, в которой авторы определяют ключевые компетенции, необходимые операторам беспилотных БПЛА, сравнивают навыки, обязанности и личные качества военных пилотов и операторов БПЛА, выделяя отличительные черты и сходства этих профессий [Сыпачев, 2018]. Авторы предлагают примерную модель компетенций оператора беспилотных летательных аппаратов, что делает ее ценным для профориентационной и образовательной работы со школьниками. Учитывая методики и исследования, проведенные В. А. Пономаренко, авторы статьи выделяют следующие **компоненты компетенций**, необходимых оператору БПЛА: личностные персональные качества, интеллектуальные персональные качества, психофизиологические персональные качества, физиологические персональные качества, физические персональные качества. Предложенные автором компоненты и их характеристика могут быть учтены при диагностике профессионально важных качеств обучающихся и консультировании школьников в процессе профессионального отбора.

Полезна для определения содержания обучения операторов беспилотных летательных аппаратов, используемых в современных военных конфликтах, в частности в специальной военной операции (СВО), статья И. М. Андриенко,

А. В. Великого, Р. А. Синагулова [Андриенко, 2023]. В статье рассматриваются особенности подготовки операторов таких дронов, которые благодаря малым размерам, высокой маневренности и технологии FPV («вид от первого лица») обеспечивают получение разведанных в реальном времени, корректировку огня артиллерии и нанесение ударов с воздуха. Авторы описывают, что должен знать, уметь и какими навыками должен владеть будущий оператор, что может быть использовано или лечь в основу подготовки учащихся к получению профессии. Авторы предлагают структурированную программу подготовки, включающую два основных этапа: теоретическую (изучение устройства, тактики применения, безопасности) и практическую (отработка навыков управления на симуляторах и реальных учебных БПЛА, включая сброс ударной нагрузки). Особое внимание уделяется требованиям к обучаемым (медицинский и психологический отбор), организации учебного процесса (малочисленные группы, интенсивность курса до 20 дней) и контролю знаний и навыков (итоговый зачет).

Безусловно, вызывает интерес статья, посвященная методике подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов на основе индивидуальной траектории подготовки [Куприянов, 2024], в которой предлагается методика, ориентированная на развитие профессиональных навыков, мотивации и умений управления БПЛА в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях. Также описывается использование современных тренажеров, информационно-образовательных технологий и активных методов обучения (например, «перевёрнутый класс», модель военной ситуации, деловые игры).

Поскольку большие возможности для подготовки школьников к профессии «Оператор БПЛА» имеются в условиях дополнительного образования, полезна статья И. Г. Лыжина [Лыжин, 2016], в которой предлагается образовательная программа «Clever», разработанная компанией «CopterExpress», направленная на изучение летающей робототехники и получение навыков сборки, проектирования, пилотирования, настройки и программирования квадрокоптеров. Программа ориентирована на школьников, включает в себя 100 академических часов. Стратегическая задача программы заключается в подготовке будущих специалистов по программированию, эксплуатации и конструированию беспилотных авиационных систем.

Отметим еще ряд публикаций, которые могли бы быть полезны при определении содержания подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов:

- материалы О. Е. Лукьянова и Д. В. Золотова могут быть использованы для составления практических заданий при подготовке школьников к получению профессии «оператор беспилотных летательных аппаратов» [Лукьянов, 2021];

- коллективом авторов [Коваль, 2025] предложена модель тренажерной начальной подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов, включающая принципы построения тренажерной системы, подчеркивающая необходимость соответствия перечню профессиональных задач, обеспечения моделирования реальных и виртуальных условий, сочетания физического и виртуального моделирования, непрерывного измерения и оценки параметров, а также программа, включающая 52 комплексных упражнения;

- Т. А. Кускевич рассматривает перспективы интеграции курсов по управлению квадрокоптерами в школьное образование, их влияние на развитие инженерных и технических компетенций учащихся, а также значение таких программ для формирования специалистов, способных внедрять и поддерживать инновационные городские технологии; включение курсов по управлению квадрокоптерами в образовательные программы позволит школьникам не только получить ценные технические навыки, но и подготовиться к профессиям будущего [Кускевич, 2025].

Таким образом, ведутся активные поиски решения проблем профориентации и начальной подготовки школьников к овладению профессией «Оператор наземных средств управления беспилотными летательными аппаратами», имеются определенные теоретические и эмпирические наработки, которые можно использовать при отборе содержания подготовки школьников к получению данной профессии.

В то же время анализ существующего опыта подготовки школьников показал, что чаще всего она имеет фрагментарный характер. Действуют кружки/секции (школы, ЦДТ, «Кванториумы», «Точки роста», при этом акцент делается на начальное творчество, сборку моделей, базовое пилотирование. Часто отсутствует системность и профориентационная глубина, слабо представлены смежные технологии [Образовательные проекты..., 2025]. Организуются специализированные лагерные смены (ВДЦ «Орленок», «Смена»), которые краткосрочны и интенсивны, способ-

ствуют развитию мотивации, но не обеспечивают системных знаний и комплексных навыков [Все-российский детский ... , 2025].

Созданы центры авиамodelьного спорта / допризывной подготовки, где освоение профессии возможно через развитие технического творчества и военно-патриотическое воспитание. Здесь хорошо организована практика пилотирования, но слабая теоретическая и технологическая база по современным БАС [ДОССАФ Ярославской ... , 2025].

Организуется сетевое взаимодействие с СПО, где школьники иногда изучают модули по БПЛА в колледжах, но возникают проблемы координации и доступности. WorldSkills Russia (Юниоры), компетенция «Эксплуатация БАС», – важный драйвер, однако, фокус делится на соревновательную подготовку, охват школьников ограничен, а комплексность «универсала» реализована частично [WorldSkills... , 2025].

Таким образом, существующий опыт безусловно ценен, но не решает задачу системной подготовки оператора-универсала. Преобладают узконаправленные программы без глубокой интеграции робототехники, аддитивных технологий и автоматизации данных.

Системное внедрение подготовки сталкивается с рядом **проблем** и трудностей. К **организационно-педагогическим проблемам** можно отнести следующие:

- отсутствие унифицированных программ: не утверждены программы, адаптированные к возрасту и уровню развития школьников, интегрирующие БАС, робототехнику, 3D-печать и автоматизацию;

- недостаток учебно-методических комплексов, пособий, сценариев занятий для комплексной подготовки;

- разрыв теории и практики в подготовке школьников: обучение часто сводится к пилотированию без глубокого понимания устройства, возможностей модернизации и автоматизации процессов;

- недостаточно используются возможности широкой профориентации школьников, которые не осваивают полный цикл работ с БПЛА и требуемые смежные компетенции.

Организационные проблемы:

- материально-техническая база – высокая стоимость современных БПЛА, тренажеров, ПО (CAD, ГИС, фотограмметрия), 3D-принтеров, ремонтных станций;

– дефицит педагогов, владеющих комплексом компетенций (БАС, робототехника, 3D-печать, программирование и др.), не развита система их подготовки;

– нормативно-правовая база – возрастные ограничения на свидетельство пилота (16+), сложности с разрешениями на полеты, страхованием, безопасностью при работе со школьниками.

Для решения ряда указанных выше проблем нами разработан **вариант подготовки оператора БПЛА**, включающий четыре этап-компонента, нацеленный на формирование широкого спектра инженерно-технологических компетенций.

1. Базовая подготовка (5-9 классы). На этом этапе закладываются основы профессии. Цель: формирование интереса, базовых знаний и навыков через освоение модулей в учебных предметах «Труд (Технология)», «Информатика», «ОБЖ» и внеурочную деятельность.

Основное содержание:

– БПЛА – история, типы, устройство (как робототехнического комплекса: рама, двигатели, контроллеры, сенсоры), принципы полета, безопасность;

– робототехника БАС – основы мехатроники, диагностика простых неисправностей;

– аддитивные технологии (АТ) – знакомство с 3D-печатью, моделирование и печать простых элементов (защита пропеллера, держатель);

– автоматизированные системы (АС) – знакомство с программным обеспечением для автономного полета (планирование миссий), базовым анализом телеметрии;

– требования к обеспечению – типовые программы, УМК, обеспечение школ базовыми симуляторами, безопасными микро-БПЛА и доступом к 3D-печати.

2. Система конкурсов и соревнований – практика комплексных решений.

Цель: мотивация на освоение профессии, отработка навыков в соревновательной среде, выявление талантов.

Уровни: школьный → муниципальный → региональный → всероссийский.

Основные форматы:

– интеграция технологий – «Разработайте и напечатайте крепление для датчика, установите его, запрограммируйте миссию, выполните задание, обработайте данные».

– робототехническая адаптация – «Восстановите функциональность поврежденного БПЛА

с использованием предоставленных компонентов (включая 3D-печать) и выполните задание»;

– автоматизация процессов – «Автоматизируйте цикл мониторинга территории: алгоритм → планирование → выполнение → обработка → анализ изменений»;

– решение междисциплинарных инженерно-технологических задач.

3. Профессиональные пробы – погружение в комплексную технологическую среду.

Цель: приобретение опыта решения реальных или приближенных к реальным задачам оператора БПЛА.

Содержание профессиональных проб может быть представлено на трех уровнях:

первый – на основе базовой подготовки в 5–9-х классах;

второй (9–10 кл.) – профессиональная проба «Инженерная задача»: Диагностика/модернизация БПЛА (Робототехника) → Проектирование решения/детали (CAD/АТ) → 3D-печать элемента → Установка/настройка → Программирование/тестирование миссии (АС) → Выполнение задания;

третий (10–11 кл.) – углубленная проба «Технологический цикл» (на базе предприятия/лаборатории), предусматривает полный цикл работы: Подготовка/ТО/модификация БПЛА (с использованием АТ) → Планирование автоматизированной миссии (АС) → Выполнение полета → Автоматизированная обработка и анализ данных (Фотограмметрия/ГИС) → Составление отчета. Работа с профессиональным ПО/оборудованием.

Требования к реализации профессиональных проб: разработка типовых сценариев проб, методик для наставников, наличие партнеров (предприятия, СПО, вузы).

4. Профессиональное обучение (10–11 классы) – формирование компетенций «оператора-универсала».

Цель – приобретение начальных профессиональных компетенций и квалификации (при возможности).

Механизм – сетевая форма с колледжами/лицензированными центрами. Использование ресурсов «Точек роста», «Кванториумов».

Основное содержание – освоение интегрированных модулей:

– модуль «Робототехнические основы БАС» – конструкция, кинематика, силовая установка; диагностика, ТО; практикум (разборка, замена компонентов, калибровка);

– модуль «Аддитивные технологии в эксплуатации БПЛА» – проектирование (CAD) и печать специализированных компонентов (крепления, корпуса, инструменты), расчеты на прочность, применение для ремонта/модернизации;

– модуль «Автоматизированные системы управления и обработки данных БАС» – программное обеспечение для планирования, основы программирования (Python) для автоматизации обработки, интеграция с ГИС (QGIS) и облачными платформами;

– сквозной проектный модуль – реализация комплексного проекта, требующего всех навыков (например, «Система мониторинга озеленения с БПЛА»: от печати креплений до анализа данных).

Планируемый результат: выпускник обладает компетенциями пилотирования и эксплуатации робототехники БАС, получения и обработки данных – ключевыми атрибутами «оператора-универсала». Возможность получения свидетельства внешнего пилота (с 16-ти лет), ускоренное продвижение в профессиональном обучении и развитии.

Требования к реализации предложенного варианта подготовки школьников к овладению профессией оператора БПЛА: разработка и лицензирование программ; необходимая материально-техническая база (БПЛА, 3D-принтеры, ПО, ремонтные станции); подготовка/команды преподавателей-универсалов; решение вопросов нормативно-правовой базы и безопасности.

Предложенный многоуровневый вариант подготовки (базовая подготовка → конкурсы → профессиональные пробы → профессиональное обучение) направлен на формирование специалиста, владеющего комплексом компетенций в робототехнике, аддитивных технологиях и автоматизации данных. Главные отличительные черты такой подготовки:

– комплексность, сквозная интеграция технологий (БАС + Робототехника + АТ + АС) на всех уровнях, особенно в профпробах и профобучении;

– практико-ориентированность, акцент на решение реальных инженерно-технологических задач через проекты, пробы и конкурсы;

– непрерывность, построение траектории от интереса (5–9 кл.) к профессионализации (10–11 кл.);

– ориентация на требования профессионального стандарта и рынка труда, формирование компетенций, востребованных работодателями.

Результаты проведенной работы и ее анализ позволили определить следующие *перспективы и рекомендации*:

– разработка совместимых интегрированных программ и учебно-методических комплексов для каждого уровня профессионального развития обучающихся;

– создание федеральных/региональных ресурсных центров с необходимой материально-технической базой для отработки комплексных навыков;

– разработка и реализация программ подготовки и повышения квалификации педагогов, осуществляющих обучение старшеклассников профессии «оператора БПЛА», формирование эффективных команд такой подготовки;

– актуализация нормативной базы для упрощения организации практических занятий и полетов со школьниками;

– развитие государственно-частного партнерства для привлечения ресурсов бизнеса (оборудование, стажировки, кейсы, специалисты и др.).

Реализация данных предложений требует консолидации усилий Минпросвещения, Минтруда, Минобрнауки, регионов, образовательных организаций всех уровней и промышленных партнеров. Это стратегическая инвестиция в подготовку конкурентоспособных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики России, развития инженерного мышления и цифровой грамотности молодежи.

Заключение

Современные экономические и технологические реалии выдвигают новые требования к подготовке кадров и соответственно – к системе профессиональной ориентации школьников. Действующие ФГОС обладают значительным потенциалом для подготовки операторов БПЛА, особенно через технологическое образование, внеурочную деятельность, дополнительное образование, допрофессиональную подготовку и профильное обучение. Однако, существующий опыт подготовки достаточно фрагментарен и не отвечает растущему запросу рынка на операторов-универсалов, владеющих не только практикой пилотирования, но и комплексом компетенций в робототехнике, аддитивных технологиях и автоматизации данных. Не всегда учитываются стандарт по данной профессии и конкретные материально-технические, информационные и кадровые условия образовательной организации.

Возможно выстроить на основе сетевого взаимодействия общеобразовательных и профессиональных организаций многоуровневую подготовку школьников к получению профессии оператора БПЛА, начиная с основной школы (базовая подготовка), используя различные профессиональные конкурсы, стимулирующие профессиональное самоопределение, реализуя профессиональные пробы с последующим профессиональным обучением. Это создает условия формирования будущего специалиста, владеющего комплексом компетенций в управлении и обслуживании БПЛА.

Актуальность проблемы и востребованность кадров в области беспилотных транспортных средств, включая беспилотные авиационные системы, требуют продолжения поисков ученых и практиков с целью определения содержания и разработки программ непрерывной подготовки специалистов, отвечающих современным вызовам общества и производства.

Библиографический список

1. Андриенко И. М. Методический подход к организации обучения операторов беспилотных летательных аппаратов мини-класса / И. М. Андриенко, А. В. Великий, Р. А. Синагулов // Военная мысль. 2023. № 9. С. 131–139.
2. Бешенков С. А. Подготовка кадров для цифровой экономики: образовательная робототехника и БПЛА / С. А. Бешенков, М. И. Шутикова // Информатика и образование. 2021. № 5. С. 3–12.
3. Всероссийский детский центр «Орлёнок». Официальный сайт. URL: <https://orlyonok.ru/> (дата обращения: 01.06.2025).
4. Григорьев С. Г. Образовательная робототехника : учеб.-метод. пособие / С. Г. Григорьев Ю. А. Винницкий. Москва : Лаборатория знаний, 2022. 215 с.
5. ДОССАФ Ярославской области. URL: <https://dosaf.yaroslavl.ru/> (дата обращения: 01.06.2025).
6. Коваль А. А. Концептуальная модель тренажерной системы начальной подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов / А. А. Коваль, Д. А. Капустин, Г. В. Короп [и др.] // Надежность и качество сложных систем. 2025. № 1(49). С. 54–65.
7. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р. URL: <http://static.government.ru/media/files/kQ9fpWGdJk8KhwVfNdxRqKJ2UYos0pAB.pdf> (дата обращения: 28.05.2025).
8. Куприянов Г. В. Не теряясь в сложных ситуациях: методика подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов / Г. В. Куприянов, С. С. Штурманов, Е. И. Плотникова // Вестник военного образования. 2024. № 5(50). С. 14–17.
9. Кускевич Т. А. Обучение школьников управлению квадрокоптерами: подготовка специалистов для городских технологий будущего // Влияние цифровых технологий на социальные процессы и личность: вызовы и возможности : сб. научн. труд. по мат. межд. научно-практ. конф. Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2025. С. 67–69.
10. Лернер П. С. Профессиональные пробы как средство самоопределения школьников в условиях инновационной экономики // Школьные технологии. 2020. № 2. С. 23–30.
11. Лукьянов О. Е. Методологическое обеспечение подготовки проектантов и операторов беспилотных летательных аппаратов / О. Е. Лукьянов, Д. В. Золотов // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2021. Т. 20, № 1. С. 14–28.
12. Лыжин И. Г. Аэро-робототехника в дополнительном школьном образовании // Инновационное развитие Российской экономики : IX междун. научно-практ. конф. Т. 3. Москва : Российский эконом. ун-тет имени Г. В. Плеханова, 2016. С. 160–161.
13. Образовательные проекты «Кванториум – будущее России». URL: <https://kvantorium.ru/> (дата обращения: 01.06.2025).
14. Патаракин Е. Д. Развитие сетевых сообществ для поддержки образовательных инноваций: коллективная мотивация // Образовательные технологии и общество. 2023. Т. 26, № 1. С. 115–129.
15. Профессиональный стандарт № 17.071 «Специалист по эксплуатации и обслуживанию беспилотных авиационных систем». Утв. приказом Минтруда России от 25.12.2020 № 935н. URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=68126](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=68126) (дата обращения: 29.05.2025).
16. Профессиональный стандарт 40.109 «Оператор наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом» (Утв. Приказом Минтруда № 717н от 28.10.2020). URL: <https://profstandart.docs.cntd.ru> (дата обращения: 29.05.2025).
17. Робототехника, автоматизация и системы управления : сб. тр. XIV Всерос. науч.-практ. конф. школьников и студентов / под ред. В. И. Гребнева. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. 187 с.
18. Сергеев И. С. Как организовать проектную деятельность учащихся : практ. пособие для работников общеобразоват. учреждений. 9-е изд., испр. и доп. Москва : АРКТИ, 2020. 77 с.
19. Сыпачев В. С. Компетенции, необходимые оператору беспилотных летательных аппаратов / В. С. Сыпачев, А. А. Михалев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 3, № 4(14). С. 571–573.
20. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования : утв. прика-

зом Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 28.05.2025).

21. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утв. Приказом Минпросвещения России от 12.08.2022 № 732) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru> (дата обращения: 20.05.2025).

22. Федеральный проект «Профессионалитет»: офиц. сайт. URL: <https://professionalitet.team/> (дата обращения: 30.05.2025).

23. Федоров А. А. 3D-моделирование и прототипирование в инженерном образовании школьников // Инженерное образование. 2022. № 28. С. 45–52.

24. Федосеева О. Ю. Формирование инженерного мышления у обучающихся в условиях дополнительного образования // Дополнительное образование и воспитание. 2021. № 8. С. 14–20.

25. WorldSkills Russia. Спецификация компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» (R60): версия 1.0 // Союз «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)». 2024. URL: <https://worldskills.ru/kompetentsii/natsionalnye/> (дата обращения: 23.05.2025).

Reference list

1. Andrienko I. M. Metodicheskij podhod k organizacii obuchenija operatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov mini-klassa = Methodical approach to the organization of training of operators of mini-class drones / I. M. Andrienko, A. V. Velikij, R. A. Sinagulov // Voennaja mysl'. 2023. № 9. S. 131–139.

2. Beshenkov S. A. Podgotovka kadrov dlja cifrovoy jekonomiki: obrazovatel'naja robototekhnika i BPLA = Training for the digital economy: educational robotics and drones / S. A. Beshenkov, M. I. Shutikova // Informatika i obrazovanie. 2021. № 5. S. 3–12.

3. Vserossijskij detskij centr «Orljonok» = All-Russian Children's Center «Orljonok». Oficial'nyj sajт. URL: <https://orlyonok.ru/> (data obrashhenija: 01.06.2025).

4. Grigor'ev S. G. Obrazovatel'naja robototekhnika = Educational robotics : ucheb.-metod. Posobie / S. G. Grigor'ev Ju. A. Vinnickij. Moskva : Laboratorija znaniy, 2022. 215 s.

5. DOSSAF Jaroslavskoj oblasti = DOSSAF Jaroslavl region. URL: <https://dosaf.yaroslavl.ru/> (data obrashhenija: 01.06.2025).

6. Koval' A. A. Konceptual'naja model' trenazhernoj sistemy nachal'noj podgotovki operatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov = Conceptual model of the simulator system for initial training of unmanned aerial vehicle operators / A. A. Koval', D. A. Kapustin, G. V. Korop [i dr.] // Nadezhnost' i kachestvo slozhnyh sistem. 2025. № 1(49). S. 54–65.

7. Konceptija razvitiya dopolnitel'nogo obrazovaniya detej do 2030 goda: utv. rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 31.03.2022 № 678-r. = The concept of the development

of additional education for children until 2030: approved by order of the Government of the Russian Federation dated from 31.03.2022 № 678-r. URL: <http://static.government.ru/media/files/kQ9fpWGdJk8KhwVfNdXRqKJ2UYosOpAB.pdf> (data obrashhenija: 28.05.2025).

8. Kuprijanov G. V. Ne terjajas' v slozhnyh situacijah: metodika podgotovki operatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov = Not getting lost in difficult situations: the methodology for training operators of unmanned aerial vehicles / G. V. Kuprijanov, S. S. Shturmanov, E. I. Plotnikova // Vestnik voennogo obrazovaniya. 2024. № 5(50). S. 14–17.

9. Kuskevich T. A. Obuchenie shkol'nikov upravleniju kvadrokopterami: podgotovka specialistov dlja gorodskih tehnologij budushhego = Training schoolchildren in quadcopter management: training specialists for urban technologies of the future // Vlijanie cifrovych tehnologij na social'nye processy i lichnost': vyzovy i vozmozhnosti : sb. nauchn. trud. po mat. mezhd. nauchno-prakt. konf. Belgorod : OOO Agentstvo perspektivnyh nauchnyh issledovanij (APNI), 2025. S. 67–69.

10. Lerner P. S. Professional'nye proby kak sredstvo samoopredelenija shkol'nikov v uslovijah innovacionnoj jekonomiki = Professional tests as a means of self-determination for schoolchildren in innovative economy // Shkol'nye tehnologii. 2020. № 2. S. 23–30.

11. Luk'janov O. E. Metodologicheskoe obespechenie podgotovki proektantov i operatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov = Methodological support for the training of designers and operators of unmanned aerial vehicles / O. E. Luk'janov, D. V. Zolotov // Vestnik Samarskogo universiteta. Ajerokosmicheskaja tehnika, tehnologii i mashinostroenie. 2021. T. 20, № 1. S. 14–28.

12. Lyzhin I. G. Ajerorobototekhnika v dopolnitel'nom shkol'nom obrazovanii = Aero-robotics in additional school education // Innovacionnoe razvitie Rossijskoj jekonomiki : IX mezhdun. nauchno-prakt. konf. T. 3. Moskva : Rossijskij jekonom. un-tet imeni G. V. Plehanova, 2016. S. 160–161.

13. Obrazovatel'nye proekty «Kvantorium – budushhee Rossii» = Educational projects «Quantorium – the future of Russia». URL: <https://kvantorium.ru/> (data obrashhenija: 01.06.2025).

14. Patarakin E. D. Razvitie setevyh soobshhestv dlja podderzhki obrazovatel'nyh innovacij: kollektivnaja motivacija = Developing networked communities to support educational innovation: collective motivation // Obrazovatel'nye tehnologii i obshchestvo. 2023. T. 26, № 1. S. 115–129.

15. Professional'nyj standart № 17.071 «Specialist po jekspluatácii i obsluzhivaniju bespilotnyh aviacionnyh sistem». Utv. prikazom Mintruda Rossii ot 25.12.2020 № 935n. = Professional standard № 17.071 «Specialist in the operation and maintenance of unmanned aircraft systems». Approved by order of the Ministry of Labor of Russia dated from 25.12.2020 № 935n. URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy->

informatsonnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=68126 (data obrashheniya: 29.05.2025).

16. Professional'nyj standart 40.109 «Operator nazemnykh sredstv upravleniya bespilotnym letatel'nykh apparatom». Utv. Prikazom Mintruda № 717n ot 28.10.2020. = Professional Standard 40.109, Operator of Unmanned Aerial Vehicle Ground Controls. Approved by the order of the Ministry of Labor № 717n dated from 28.10.2020. URL: <https://profstandart.docs.cntd.ru> (data obrashheniya: 29.05.2025).

17. Robototekhnika, avtomatizatsiya i sistemy upravleniya = Robotics, automation and control systems : sb. tr. HIV Vseros. nauch.-prakt. konf. shkol'nikov i studentov / pod red. V. I. Grebneva. Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2023. 187 s.

18. Sergeev I. S. Kak organizovat' proektnuyu dejatel'nost' uchashchihsja = How to organize student project activity: prakt. posobie dlja rabotnikov obshheobrazovat. uchrezhdenij. 9-e izd., ispr. i dop. Moskva : ARKTI, 2020. 77 s.

19. Sypachev V. S. Kompetencii, neobhodimye operatoru bespilotnykh letatel'nykh apparatov = Competencies required by the drone operator / V. S. Sypachev, A. A. Mihalev // Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavтики. 2018. T. 3, № 4(14). S. 571–573.

20. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart srednego obshhego obrazovaniya : utv. prikazom Minprosveshheniya Rossii ot 31.05.2021 № 287. = Federal State Educational Standard for Secondary General Education: approved by the order of the Ministry of Education of Russia dated from 31.05.2021 № 287. URL:

<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (data obrashheniya: 28.05.2025).

21. Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart srednego obshhego obrazovaniya (utv. Prikazom Minprosveshheniya Rossii ot 12.08.2022 № 732) = Federal State Educational Standard for Secondary General Education (approved by Order of the Ministry of Education of Russia dated from 12.08.2022 № 732) // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii. URL: <http://pravo.gov.ru> (data obrashheniya: 20.05.2025).

22. Federal'nyj projekt «Professionalitet» = Federal project «Professionalism» : ofic. sajт. URL: <https://professionalitet.team/> (data obrashheniya: 30.05.2025).

23. Fedorov A. A. 3D-modelirovanie i prototipirovanie v inzhenernom obrazovanii shkol'nikov = 3D-modeling and prototyping in engineering education of schoolchildren // Inzhenernoe obrazovanie. 2022. № 28. S. 45–52.

24. Fedoseeva O. Ju. Formirovanie inzhenernogo myshleniya u obuchajushchihsja v uslovijah dopolnitel'nogo obrazovaniya = Formation of engineering thinking among students in conditions of additional education // Dopolnitel'noe obrazovanie i vospitanie. 2021. № 8. S. 14–20.

25. WorldSkills Russia. Specifikacija kompetencii «Jekspluatacija bespilotnykh aviacionnykh sistem» (R60): versija 1.0 = WorldSkills Russia. Competence specification «Operation of unmanned aircraft systems» (r60): version 1.0 // Sojuz «Molodye professionaly (Worldskills Rossija)». 2024. URL: <https://worldskills.ru/kompetentsii/natsionalnye/> (data obrashheniya: 23.05.2025).

Статья поступила в редакцию 25.07.2025; одобрена после рецензирования 15.08.2025; принята к публикации 11.09.2025.

The article was submitted 25.07.2025; approved after reviewing 15.08.2025; accepted for publication 11.09.2025.