

Экосистемная модель формирования цифровых компетенций для отрасли беспилотной авиации: опыт технопарков «Кванториум»



А. Е. Кирьянов,
канд. экон. наук, доцент
кафедры экономики
и предпринимательства
Ивановского
государственного
университета, директор
МАУ ДО Центр
технического творчества
«Новация» («Кванториум.
Новатория»),



Н. Н. Масюк,
д-р экон. наук,
профессор кафедры
экономики и управления
Владивостокского
государственного
университета (ВВГУ),



А. А. Герасимова,
аспирант кафедры
экономики и управления
ВВГУ

Формирование кадрового потенциала для отрасли беспилотных авиационных систем, которая становится одним из стратегических направлений технологического развития России, является задачей первостепенной важности. При этом необходим экосистемно-компетентный подход к подготовке специалистов, обладающих цифровыми навыками проектирования, эксплуатации и сопровождения беспилотных летательных аппаратов.

Цифровая трансформация значительно влияет на развитие социально-экономических систем [1]. В условиях цифровой экономики востребованы специалисты, обладающие соответствующими компетенциями, а ключевую роль в их формировании играет электронное обучение и использование цифровых образовательных технологий [2, 3]. Одной из наиболее динамично развивающихся высокотехнологичных отраслей является беспилотная авиация, интегрирующая в себе достижения радиоэлектроники, материаловедения, навигации, искусственного интеллекта и энергетики.

В России формируется новая отрасль гражданских беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), требующая масштабного кадрового обеспечения. На государственном уровне предпринимаются меры по созданию центров подготовки операторов и инженеров беспилотных авиационных систем во всех регионах страны к 2030 г. [4, 5].

Государственная политика в области развития беспилотных авиационных систем и кадровой подготовки

Развитие кадрового потенциала отрасли беспилотных авиационных систем (БАС) является стратегической задачей, что подтверждается положениями стратегии развития беспилотной авиации до

2030 г.¹ и мерами национального проекта «Беспилотные авиационные системы» [4–6].

Государством предусмотрены:

- внедрение программ по управлению БПЛА в общеобразовательных организациях [7, 8];
- развитие центров дополнительного образования по направлению БАС;
- создание сетевой инфраструктуры пилотирования и проектной инженерии;
- поддержка спортивных направлений, связанных с беспилотниками, включая дрон-рейсинг [9–11].

FPV-гонки становятся эффективным инструментом подготовки операторов БПЛА, а также популяризации инженерных профессий среди школьников. С 2023 г. дрон-рейсинг официально признан видом спорта в РФ².

По оценкам Росавиации, потребность государства на начальном этапе реализации национального проекта «Беспилотные авиационные системы» составляет не менее 100 тыс. операторов дронов [12]. По мнению президента РФ В. В. Путина, беспилотные системы вы-

¹ Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 г. (распоряжение Правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 г., № 1630-р).

² Технические правила проведения соревнований по дисциплине «Дрон-рейсинг» Международных игр «Фиджитал лайв» (в формате проекта «Игры Будущего»). АНО «Агентство развития компьютерного и иных видов спорта», 2023.

ступают катализатором развития сквозных технологий: навигации, связи, новых материалов, искусственного интеллекта, микро- и радиоэлектроники [13]. В этой связи особую значимость приобретает непрерывная система подготовки кадров, начиная со школьного возраста, что предусмотрено стратегией развития беспилотной авиации РФ до 2030 г. [14].

Одной из наиболее эффективных образовательных инфраструктур, обеспечивающих раннюю инженерную подготовку, является федеральная сеть детских технопарков «Кванториум» (рис. 1) [15]. Использование технологий виртуальной и дополненной реальности обогащает классические инженерные методики, расширяя спектр практико-ориентированных форм обучения [16].

Методы и модели подготовки специалистов для беспилотных авиационных систем

Методологическая основа анализируемой деятельности по формированию кадров для беспилотных авиационных систем базируется на экосистемно-компетентностном подходе, который рассматривает подготовку специалистов для отрасли как комплексный процесс формирования у обучающихся совокупности инженерных, технических, цифровых и междисциплинарных навыков.

Применение системного анализа позволило определить структуру компетенций, необходимых специалисту в сфере беспилотной авиации, а также выявить взаимосвязи между элементами образовательной экосистемы, включающей технопарки, общеобразовательные организации, индустриальных партнеров и нормативно-правовые механизмы. Экосистемный подход позволил рассмотреть образовательную среду как совокупность взаимодополняющих условий, в рамках которых формируется непрерывная траектория подготовки — от освоения базовых цифровых и инженерных навыков до разработки и испытания собственных беспилотных систем.

Важным методологическим основанием стал компетентностный подход, позволивший структурировать содержание образовательных программ по ключевым блокам компетенций. В модель включены следующие компетенции:

- технические — связанные с проектированием, сборкой и эксплуатацией беспилотных летательных аппаратов;
- цифровые — охватывающие программирование, обработку данных



Рис. 1. Аэродром г. Иваново. Фото Борис Воробьев

и применение инженерных симуляторов;

- нормативные — предполагающие знание правил использования воздушного пространства и требований безопасности;
- аналитические — направленные на интерпретацию полетных данных;
- коммуникативные и управленческие — необходимые для реализации проектов.

Данный подход позволил увязать цели обучения с ожидаемыми результатами и сформировать матрицу компетенций, соответствующую запросам отрасли.

Ключевым инструментом реализации модели выступил проектный метод, который обеспечивает включение обучающихся в решение реальных инженерно-технических задач. Проектная деятельность в условиях технопарка «Кванториум» позволяет школьникам проходить полный цикл разработки инженерного продукта — от постановки задачи и проектирования до сборки, цифрового моделирования, испытаний и оценки результатов. Такой формат способствует формированию устойчивых навыков инженерного мышления и развитию исследовательской активности.

Значимую роль играют практико-ориентированные методы обучения, включающие: лабораторные занятия по сборке и настройке беспилотных летательных аппаратов; работу с симуляторами и тренажерами; выполнение учебных и учебно-исследовательских полетов; участие в региональных и федеральных соревнованиях, таких как FPV-рейсинг (First Person View, вид от первого лица),

инженерные хакатоны и проектные чемпионаты.

Эти методы обеспечивают перенос теоретических знаний в реальные практические условия и способствуют развитию у обучающихся навыков оперативного принятия решений, анализа данных и ситуационного управления.

Важной составляющей работы стал анализ нормативных и стратегических документов, определяющих рамочные условия развития отрасли, включая положения стратегии развития беспилотной авиации Российской Федерации до 2030 г. и нацпроекта БАС. Сопоставление образовательных практик с требованиями отраслевого регулирования позволило обосновать актуальность выбранной модели подготовки.

Практическая часть работы опирается на кейс-анализ деятельности Аэроквантума технопарка «Кванториум. Новатория», в рамках которого изучены образовательные программы, показатели вовлеченности обучающихся, результаты проектной деятельности, инженерные разработки, патентная активность и участие в соревнованиях. Такой аналитический формат позволил оценить эффективность применяемой модели в реальных условиях и определить возможности ее тиражирования в других регионах.

Совокупность перечисленных методов обеспечила комплексный анализ процессов формирования цифровых и инженерных компетенций у школьников и позволила обосновать эффективность экосистемно-компетентностного подхода к подготовке кадров для отрасли беспилотных авиационных систем.

Экосистемно-компетентная модель подготовки

Как уже отмечалось, современные подходы к обучению инженерных кадров предполагают интеграцию технических, цифровых, аналитических и междисциплинарных навыков [15, 17]. Экосистемно-компетентная модель, развиваемая в технопарках «Кванториум», ориентирована на включение обучающегося в реальную инженерную деятельность — от проектирования и конструирования до испытаний и анализа данных (рис. 2). Модель включает 15 ключевых этапов, охватывающих:

- определение структуры компетенций;
- сотрудничество с индустриальными партнерами;
- практическое обучение;
- развитие технической и цифровой компетентности — освоение методов анализа данных;
- изучение вопросов безопасности полетов и нормативного регулирования;
- развитие критического мышления, навыков коммуникации и управления проектами;
- формирование этической и экологической ответственности;
- междисциплинарную интеграцию;
- сертификацию компетенций и участие в исследовательской деятельности.

Эта модель обеспечивает синергетическое сочетание теоретической подготовки и практических инженерных навыков управления БПЛА. Этапы реализации модели подготовки кадров для БАС показаны в таблице.

Практические результаты опыта технопарка «Кванториум. Новатория»

Ивановский технопарк «Кванториум. Новатория» является региональным центром развития беспилотных технологий. Аэроквантум функционирует с 2018 г. и обеспечивает: подготовку школьников по направлению БАС; участие в проектной и исследовательской деятельности; разработку инженерных решений, включая патентуемые устройства; обучение наставников сети «Кванториум»; организацию региональных и межрегиональных соревнований.

Число обучающихся по направлению БАС за пять лет увеличилось более чем вдвое. Применение проектного подхода обеспечивается взаимодействием между различными квантумами — промдизайн,



Рис. 2. Концептуальная схема экосистемно-компетентной модели подготовки кадров для беспилотных летательных аппаратов

IT, HighTech, — что позволяет реализовать полный цикл разработки БПЛА.

В сотрудничестве с ДОСААФ¹ России ведется практическая подготовка операторов БПЛА, включая применение профессиональных симуляторов. На базе Аэроквантума созданы разработки, получившие правовую охрану: устройство обозначения места падения мультикоптера в водоем — патент на полезную модель № 189708²; кейс для хранения парашютной системы БПЛА — патент на промышленный образец № 135455³. Кро-

¹ ДОСААФ — Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту.

² Патент на полезную модель № 189708 U1 Российская Федерация. Устройство обозначения места падения мультикоптера в водоем / Г. В. Долунц. Заявл. 06.02.2019. Опубл. 30.05.2019.

³ Патент на промышленный образец № 135455 Российская Федерация. Кейс для хранения парашютной системы беспилотного летательного аппарата (БПЛА) / М. И. Калинин, Г. В. Долунц. Заявл. 29.09.2022. Опубл. 20.02.2023.

ме того, наставники технопарка реализуют проекты в федеральных программах технологического предпринимательства, включая разработку систем компьютерного зрения и автоматической навигации.

Сформированы партнерства с компаниями «Аквариус», GARPIX и аэропортом «Иваново-Южный», что обеспечивает интеграцию образовательного процесса с практическими задачами отрасли.

Обучающиеся технопарка регулярно становятся победителями и призерами Всероссийской Кванториады, RoboEMERCOM, CASE-IN, федерального авиационного фестиваля «Небо: теория и практика», конкурса «Кибердром» и др. Соревнования способствуют развитию инженерного мышления, навыков пилотирования и командной работы, а также формируют «траекторию успеха» для будущих специалистов отрасли БАС.

Основные этапы модели подготовки кадров для беспилотных авиационных систем

Наименование этапа	Содержание этапа
Определение структуры компетенций	Определение структуры компетенций, в которой описываются основные навыки и области знаний, необходимые для управления дронами: технические и социальные навыки, этические соображения, протоколы безопасности
Сотрудничество с промышленностью	Установление партнерских отношений с игроками отрасли, производителями дронов и организациями, использующими дроны в различных секторах
Практическое обучение	Ознакомление студентов с компонентами дронов, выполнением полетов, техническим обслуживанием и устранением неполадок
Техническая компетентность	Развитие технических компетенций, охватывающих сборку дронов, программирование для их автоматизации, эксплуатацию программного и аппаратного обеспечения
Анализ и интерпретация данных	Обучение навыкам сбора, анализа и интерпретации данных. Тренировка умения извлекать ценную информацию из больших объемов данных, генерируемых дронами
Безопасность и правила	Понимание правил использования воздушного пространства, вопросов конфиденциальности и протоколов безопасности
Решение проблем и критическое мышление	Тренировка умения адаптировать технологию дронов для решения реальных проблем
Сотрудничество и общение	Обучение навыкам эффективного сотрудничества и общения. Инженеры должны иметь возможность четко излагать свои выводы и решения
Управление проектом	Ознакомление с участием в сложных проектах, требующих планирования, выполнения и мониторинга операций дронов
Этика и социальная ответственность	Обучение ориентироваться в этических, социальных и экологических вопросах при управлении дронами
Междисциплинарный подход	Интеграция знаний из информатики, робототехники, науки о данных и экологии
Непрерывное обучение	Обучение культуре непрерывного пополнения знаний и адаптивности
Сеть и информирование	Предоставление возможности общаться с профессионалами в индустрии дронов и познакомиться с реальными проектами и приложениями
Сертификация и аккредитация	Предложение программ сертификации и аккредитации для подтверждения приобретенных компетенций
Исследования и инновации	Стимулирование молодых инженеров на исследование инноваций в области дронов

Выводы

Проведенный анализ подтверждает, что экосистемно-компетентностная модель подготовки кадров для отрасли беспилотных авиационных систем, реализуемая в сети детских технопарков «Кванториум», является действенным инструментом решения кадровой проблемы в высокотехнологичном секторе экономики. Интеграция теоретической подготовки, практических инженерных навыков и проектной деятельности позволяет формировать у обучающихся устойчивые цифровые компетенции, востребованные в условиях стремительного развития технологий БПЛА.

Ключевым преимуществом модели выступает ее ориентация на полный жизненный цикл беспилотной системы — от зарождения идеи до патентования го-

товых решений. Сочетание инженерных практик, междисциплинарного взаимодействия и погружения в реальные задачи отрасли создает условия для подготовки специалистов, способных проектировать, эксплуатировать и модернизировать беспилотные авиационные системы в различных сферах: от сельского хозяйства до обеспечения общественной безопасности.

Опыт технопарка «Кванториум. Новатория» убедительно подтверждает результативность предложенной модели. Рост числа обучающихся, победы в престижных соревнованиях и наличие запатентованных разработок свидетельствуют о высоком потенциале применяемых образовательных подходов. Масштабируемость программы, включающей проектную работу, инженерные соревнования,

практическое пилотирование и работу с цифровыми симуляторами, способствует формированию компетенций, соответствующих запросам национального проекта «Беспилотные авиационные системы».

Важным фактором является способность модели адаптироваться к быстро меняющимся технологическим условиям индустрии БПЛА. Дальнейшее развитие программ подготовки предполагает уточнение образовательных модулей, расширение сотрудничества с отраслевыми партнерами и включение обучающихся в систему непрерывного образования. Популяризация инженерных специальностей среди молодежи осуществляется также через проведение масштабных соревновательных мероприятий. Так, формат «Игр Будущего» активно применяет дисциплину «Дрон-рейсинг», что способствует развитию у молодых пилотов навыков пилотирования и быстрого принятия решений в условиях, приближенных к реальным [18]. Учебный процесс в технопарках строится на базе типовых образовательных программ, позволяющих реализовывать полный цикл создания БПЛА [19].

Федеральная сеть «Кванториумов» обладает значительным потенциалом для масштабирования успешных практик, что делает ее одним из ключевых инструментов развития инженерного образования и подготовки будущих специалистов в сфере БАС. С учетом полученных результатов модель, апробированная в «Кванториум. Новатория», может быть рекомендована к тиражированию в регионах Российской Федерации.

Дальнейшие исследования в данной области могут быть направлены на разработку механизмов оценки эффективности подготовки специалистов и совершенствование методик преподавания с учетом ускоряющегося технологического прогресса в сфере беспилотных авиационных систем. ■

Литература

1. Авдеева И. Л. и др. Управление изменениями в экономических системах: монография / под общ. ред. Т. А. Головиной. Орел: Изд-во Среднерусского института управления — филиала РАН-ХиГС, 2020. 225 с.
2. Супруненко В. Н., Масюк Н. Н. Институциональные изменения в электронном образовании (e-learning) // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2020. Т. 10. № 11–1. С. 240–246.

3. Основные тренды цифровой трансформации экономики: монография / под ред. Масюк Н. Н. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2021. 200 с.
4. Белоусов А. С 1 января 2024 года нацпроект по развитию отрасли беспилотников должен заработать в полную силу // Официальный портал Правительства Российской Федерации. URL: <https://nti2035.ru/markets/aeronet> (дата обращения: 11.09.2025).
5. Финансирование нацпроекта по беспилотникам в 2024 году составит 45,5 млрд рублей // ТАСС. URL: <https://tass.ru/ekonomika/18856929> (дата обращения: 24.10.2025).
6. Аэронет // Национальная технологическая инициатива. URL: <https://nti2035.ru/markets/aeronet> (дата обращения: 11.09.2025).
7. Путин предложил со школ начинать учить управлению дронами // ТАСС. URL: <https://tass.ru/obschestvo/17633137> (дата обращения: 11.09.2025).
8. Школьники с сентября могут начать изучать управление БПЛА // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20230721/shkolniki-1885395455.html> (дата обращения: 11.09.2025).
9. Ризаева Ю. Н. Государственная политика в области развития беспилотных систем // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 5. С. 11–19. DOI: 10.25198/2077-7175-2023-5-11.
10. Phygital – Games of the Future. URL: <https://gofuture.games/disciplines/> (дата обращения: 11.09.2025).
11. Технологичный спорт будущего // Федерация гонок дронов России. URL: <https://fgdr.ru/> (дата обращения: 11.09.2025).
12. России нужно не меньше ста тысяч операторов дронов // РИА Новости. URL: <https://ria.ru/20230805/drony-1888348811.html> (дата обращения: 11.09.2025).
13. Заседание наблюдательного совета Агентства стратегических инициатив 9 февраля 2023 года // Официальный портал Президента Российской Федерации. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/70482> (дата обращения: 11.09.2025).
14. Башкатова А. Беспилотная авиация станет системообразующей отраслью // Независимая газета. URL: https://www.ng.ru/economics/2023-05-25/1_4_8733_drones.html (дата обращения: 11.09.2025).
15. Кирьянов А. Е., Маслов Д. В., Масюк Н. Н., Кириллов А. А. Реальность Кванториума: подготовка молодых кадров для цифровой экономики // Инновации. 2020. № 2 (256). С. 56–67.
16. Кирьянов А. Е., Йылмаз Р. М., Маслов Д. В. и др. Технологии дополненной реальности в сфере образования // Инновации. 2020. № 5 (259). С. 81–88.
17. Кирьянов А. Е., Масюк Н. Н., Маслов Д. В., Маслов А. Д. Изобретательская деятельность и патентование в траектории подготовки молодых инженеров // Инновации. 2022. № 1 (279). С. 99–105.
18. Путин пригласил страны БРИКС на «Игры будущего» // РИА Новости Спорт. URL: <https://rsport.ria.ru/20230823/putin-1891746219.html> (дата обращения: 11.09.2025).
19. Образовательные программы. Аэроквантум // Кванториум. Федеральная сеть детских технопарков. URL: <https://roskvantorium.ru/programs/aerokvantum/> (дата обращения: 11.09.2025).