

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ПНИПУ)

Факультет прикладной математики и механики
Кафедра прикладной математики

Направление: 24.03.02 – Системы управления движением и навигация
Профиль: Программное и математическое обеспечение систем навигации и
управления
Квалификация: Бакалавр
Выпускающая кафедра: «Прикладная математика»

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ
И.о. зав. кафедрой ПМ
_____ В.П.Первадчук
«_____» _____ 20__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
Дипломная работа / дипломный проект
на тему:
ПАТЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ
БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Выполнил:
студент группы ПМОН-20-16
_____ Сергей Павлович Федосеев
подпись, дата

Руководитель ВКР:
ассистент каф. ПМ
_____ Д.С. Абакшин
подпись, дата

Пермь 2024 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ПНИПУ)

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра прикладной математики

Направление: 24.03.02 – Системы управления движением и навигация

Профиль: Программное и математическое обеспечение систем навигации и управления

Квалификация: Бакалавр

Выпускающая кафедра: «Прикладная математика»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой ПМ

_____ В.П.Первадчук
«_____» _____ 20__ г.

З А Д А Н И Е

на выполнение выпускной квалификационной работы

Фамилия И.О. Федосеев Сергей Павлович

Факультет ФПММ _____ Группа – ПМОН-20-16

Начало выполнения работы 28.08.2023 г.

Контрольные сроки просмотра работы кафедрой _____

Сроки представления на рецензию – _____

Защита работы на заседании ГЭК _____

1. Наименование темы: патентное исследование в области разработки беспилотных летательных аппаратов

2. Исходные данные к работе

Данные о публикациях патентов и научных статей

3. Содержание пояснительной записки

а) теоретическая часть

Сферы применения БПЛА, Препятствия в развитии индустрии, Международный и российский рынки БПЛА, Перспективы рынка БПЛА, Льготы производителям БПЛА, Стратегия развития гражданской беспилотной авиации в России, Правовое регулирование БПЛА.

б) практическая часть

Патентное исследование, Исследование научных статей.

4. Перечень графического материала

Графики и диаграммы, построенные на основании полученных данных

5. Дополнительные указания

Для сбора статистики использовались базы данных Google Patents и Google Scholar, для построения графиков, диаграмм и математических вычислений использовалась программа Microsoft Excel

6. Основная литература

Фёрстер Э., Рёнци Б. «Финансы и статистика»

Руководитель ВКР

_____/_____/_____
(должность) (подпись) (фамилия, инициалы)

Задание получил _____/_____
(подпись студента и дата) (фамилия, инициалы)

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Объем этапа в %	Сроки выполнения		Примечание
			начало	конец	
1.	Анализ исходных данных, выбор схемы и основных параметров				
2.	Разработка основной части				
3.	Разработка графической части				
4.	Оформление пояснительной записки				
5.	Представление работы на проверку и отзыв руководителя бакалаврской диссертации				
6.	Представление работы заведующему кафедрой				
7.	Защита на заседании ГЭК				

Руководитель выпускной квалификационной работы

« ____ » _____ 20__ г.

(подпись)

С графиком ознакомлен

« ____ » _____ 20__ г.

(подпись)

Реферат

Тема бакалаврской диссертации: «Патентное исследование в области разработки беспилотных летательных аппаратов».

Дипломная работа изложена на 89 листах, включает 16 рисунков, 16 таблиц, 5 формул, 11 литературных источников, 23 листа графической части.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат.

Дипломная работа состоит из двух основных разделов (теоретического и практического), введения и заключения.

Объект исследования – сфера разработки БПЛА.

Предмет исследования – публикации по теме разработки БПЛА.

Цель работы – исследование публикаций по теме разработки беспилотных летательных аппаратов.

В рамках теоретической части представлена информация о сферах применения БПЛА и о том, как в РФ регулируется сфера разработки БПЛА, рассмотрены льготы, предоставляемые разработчикам, законодательно закреплённые стратегии развития. Обозначена текущая ситуация на российском и мировом рынках БПЛА и их перспективы. Рассмотрено правовое регулирование БПЛА в РФ и некоторых других регионах мира.

В практической части собрана статистическая информация о том, какие патенты и научные статьи существуют на данный момент. Представлено распределение по годам и по категориям. Внутри конкретной категории также собрано распределение по годам. Выделены страны, предприятия и институты, наиболее отличившиеся в публикациях статей или патентов по каждой из категорий. Перечислены примеры тем публикаций для каждой из категорий. Полученная информация

представлена на графиках, диаграммах и в таблицах. Проведён анализ полученных данных.

В ходе выполнения ВКР были исследованы материалы по теме разработки БПЛА. Проведена работа по изучению правового регулирования БПЛА в различных странах. Выполнено патентное исследование на тему БПЛА. Был произведён сбор и анализ различных данных о научных публикациях на английском и русском языках. Выявлены тенденции развития исследуемой отрасли, а также выдвинуты предположения, объясняющие сложившуюся ситуацию на российском и мировом рынках БПЛА.

Оглавление

Реферат	5
Оглавление	7
Введение	9
1 Теоретическая часть	10
1.1 Области применения БПЛА.....	10
1.2 Затруднения в развитии отрасли	10
1.3 Мировой рынок БПЛА.....	11
1.4 Рынок БПЛА в России	12
1.4.1 Перспективы рынка БПЛА	14
1.5 Какие льготы предоставят производителям БПЛА.....	14
1.6 Российская стратегия развития гражданской беспилотной авиации .	15
1.6.1 Суть стратегии.....	15
1.7 Правовое регулирование БПЛА	18
1.7.1 Правовое регулирование БПЛА в России.....	18
1.7.2 Правовое регулирование БПЛА в ЕС.....	22
1.7.3 Правовое регулирование БПЛА в США	26
1.7.4 Правовое регулирование БПЛА в Японии.....	30
1.7.5 Правовое регулирование БПЛА в КНР	33
1.7.6 Резюме по правовому регулированию БПЛА.....	38
2 Практическая часть	40
2.1 Патентное исследование	40
2.1.1 Патенты на русском языке.....	40
2.1.2 Патенты на английском языке	50
2.2 Исследование научных статей.....	61
2.2.1 Научные статьи на русском языке.....	61
2.2.2 Научные статьи на английском языке.....	71
Заключение	82
Список использованных источников	88

Сокращения

АНО – автономная некоммерческая организация;

БАС – беспилотные авиационные системы;

БВС – беспилотное воздушное судно;

БПЛА – беспилотный летательный аппарат;

ЕС – Европейский союз;

КНР – Китайская Народная Республика;

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

РФ – Российская Федерация;

СКО – среднеквадратическое отклонение;

США – Соединенные Штаты Америки.

Определения

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – летательный аппарат, управляемый без экипажа на борту [1];

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) – комплекс мероприятий, включающий научные исследования и производство опытных и мелкосерийных образцов продукции [2];

Патент – охранный документ, дающий исключительное право его владельцу на изобретение, промышленный образец, полезную модель или селекционное достижение [3].

Обозначения

r_{xy} – выборочный коэффициент линейной корреляции;

S_{xy} – выборочная ковариация;

$\overset{\circ}{x}_i, \overset{\circ}{y}_i$ – центрированные значения;

S_x, S_y – выборочные среднеквадратические отклонения (СКО).

Введение

Актуальность

Первые беспилотные летательные аппараты (БПЛА) были разработаны для использования в военных операциях. Помимо этого, беспилотники применялись для съёмки с воздуха катастроф техногенного характера и стихийных бедствий. В начале 21 века массовый потребитель получил возможность для приобретения более простых экземпляров дронов для проведения досуга.

После распространения беспроводного высокоскоростного интернета и стремительного развития смартфонов эксплуатировать БПЛА оказалось намного легче, нежели в прошлые десятилетия. Популярность дронов заметно возросла [4].

Объект исследования – сфера разработки БПЛА.

Предмет исследования – публикации по теме разработки БПЛА.

Цель работы – исследование публикаций по теме разработки беспилотных летательных аппаратов.

Задачи и ожидаемые результаты ВКР

Задачи данной ВКР – изучить литературные источники по теме разработки и по правовому регулированию БПЛА в различных странах. Необходимо исследовать патенты на тему БПЛА, собрать и проанализировать различные данные о научных публикациях на английском и русском языках. Выявить тренды развития исследуемой отрасли и сформулировать предположения, объясняющие текущую ситуацию на российском и мировом рынках БПЛА.

1 Теоретическая часть

1.1 Области применения БПЛА

Для съёмки с воздуха разного рода событий начали использоваться непрофессиональные БПЛА. Эта тенденция навела конструкторов на концепцию изготовления профессиональных моделей, которые имели бы возможность находиться в полёте гораздо больше времени и транспортировать более увесистую кладь. БПЛА стали применяться в шоу-бизнесе, после чего заинтересовали уполномоченных из производства и торговли, а также сферы безопасности.

БПЛА вытеснили людей при проведении работ в опасных и труднодоступных обстоятельствах примерно к 2020 году. БПЛА применяются для съёмки с воздуха в сельском хозяйстве; в системах безопасности; в землеустройстве и лесном деле; в горных работах; в нефтяной отрасли; в строительстве и снабжении.

Наиболее перспективными направлениями являются мониторинг и доставка груза. Потребность в БПЛА заметно выросла во время пандемии как на один из способов передачи грузов из торговых площадок. В тестовом режиме бесконтактная транспортировка грузов уже реализуется в Соединенных Штатах Америки (США), Австралии, Великобритании и Финляндии.

1.2 Затруднения в развитии отрасли

Торговая эксплуатация БПЛА лимитирована законодательными и технологическими сложностями. Слишком ограниченная ёмкость аккумуляторов в современных БПЛА выступает первостепенным инженерным сдерживающим фактором: беспилотники нуждаются в систематической подзарядке. Например, БПЛА от компании Amazon заряжаются в специально разработанных башнях-ульях, но, тем не менее, длительность полета пока не выходит за пределы 16 км, а максимально

допустимая масса клади лимитирована 2,3 кг. Расходы на транспортировку продолжают быть излишне высокими.

К иным трудностям относится снабжение БПЛА машинным обучением и компьютерным зрением. От нейросети, способной управлять дроном, требуется различение механических объектов от живых и обнаружение места для посадки.

Нормативный контроль представляет собой не менее затруднительную фазу в прогрессе сферы. В качестве примера можно привести некоторые сложности, которые нужно урегулировать как на региональном, так и на мировом уровнях. К ним относятся формирование движения в воздушном пространстве, воспреещение полетов в окрестностях объектов, имеющих секретный или стратегический статус, возможность взлома навигационных систем хакерами.

1.3 Мировой рынок БПЛА

Сложности в развитии отрасли привели к тому, что большое количество стартапов израсходовали источники спонсирования уже к 2018 году, не достигнув при этом выручки. В завершении 2019 года компания Bloomberg заявила, что рынок беспилотных летательных аппаратов не соответствует прогнозам: во временном промежутке от 2010 до 2019 года акционеры вложили в эту сферу более 2,6 миллиарда долларов, однако, несмотря на это, БПЛА по-прежнему были излишне дорогостоящими и неэффективными для реальной эксплуатации в бизнесе. Технологии нуждаются в совершенствовании в течение долгого времени.

При этом спад заинтересованности спонсоров коснулся только стартапов: лидирующие же разработчики по-прежнему увеличивают объёмы сбыта. В 2020 году компания Drone Market Report оценивает международный рынок беспилотных летательных аппаратов в 22,5 миллиарда долларов. Ожидается, что к 2025 году этот объем вырастет до 42,8 миллиарда долларов.

Ведущим производителем БПЛА, на долю которого приходится 70% всех беспилотников, является компания DJI базирующаяся в Китае. Остальные сегменты мирового рынка делят между собой компании, которые производят как компоненты для беспилотников, так и сами дроны: GoPro, 3D Robotics, Autel Robotics, Parrot SA, Ambarella и другие.

1.4 Рынок БПЛА в России

Согласно статистике, предоставленной компанией «М.Видео», за одно только первое полугодие 2020 года российские потребители приобрели БПЛА на общую сумму 1,3 миллиарда рублей. Устройства приобретаются не только в промышленных интересах, но и для препровождения досуга. Стремительному увеличению продаж поспособствовали позитивные поправки в законодательстве: на данный момент БПЛА массой в пределах 30 кг стало возможно запускать без необходимости согласования.

Магазин «Озон» отметил рост продаж в четырёхкратном размере. Представители торговой площадки связывают это с улучшенными техническими характеристиками устройств: новейшие БПЛА снабжены камерами, обеспечивающими качество видео до 4К.

В Российской Федерации (РФ) есть разработчики беспилотных летательных аппаратов. Лидером в этой области является Pilotage, производитель БПЛА начального и среднего уровня. Дрон «Феникс» от компании «БГ-Оптикс» предназначен для съёмки с воздуха, транспортировки небольших грузов и спасательного оборудования.

Профессиональные БПЛА изготавливаются организацией Fixar. Эта компания-разработчик систем промышленной авиации из Санкт-Петербурга выпускает беспилотные летательные аппараты для аэрофотосъёмки, лазерного сканирования, сельского хозяйства и землеустройства.

Стартап Traceair разработал оригинальный алгоритм для управления строительным процессом с помощью дронов. Создание трёхмерной модели объекта при использовании беспилотника менее затратно, чем при использовании лазерного сканирования, и гаджеты также могут исследовать внутренние области здания, недоступные сканеру.

Компания DRONESTROY разработала дроны, снабжённые тепловизорами, для охоты. Организация «Коптер Экспресс» выпускает модели для автономного мониторинга и транспортировки. Компания ARMAIR разработала почтовый БПЛА, способный доставлять различные посылки. Беспилотники «Властелин Небес» производятся для продажи на рынке игрушек. Компания LeTalo также создает беспилотные летательные аппараты, обладающие устойчивостью к разного рода неблагоприятным погодным условиям.

Также, разработчики из России сосредоточены на сельскохозяйственных технологиях и мониторинге в промышленности. БПЛА служат для инспекционных обследований строительных площадок и инвентаризации складов.

Организация Azoft решает сложную задачу – разрабатывает оригинальную систему навигации для БПЛА, использующихся для работы в герметично закрытых помещениях. Например, вертикальные фермы стартапа iFarm работают в условиях абсолютной изоляции.

В дополнение к инспектированию высокотехнологичных ферм конструкторы Azoft рассчитывают создать систему транспортировки свежих продуктов с помощью БПЛА – прямо к дому покупателя.

Также, в России растёт спрос на беспилотные летательные аппараты в традиционном сельском хозяйстве. Первыми беспилотники ввели крупнейшие агрохолдинги, такие как «Степь» и «Мираторг». БПЛА используются для наблюдения за состоянием полей и обнаружения на растениях признаков болезней и поражения вредителями. С помощью беспилотников создаются карты опрыскивания и выборочного внесения

удобрений, анализируется ландшафт местности и оценивается эффективность принимаемых мер.

1.4.1 Перспективы рынка БПЛА

Изменения в российском законодательстве положительно сказались на росте продаж любительских дронов весом от 0,2 до 1,5 кг. Растет спрос на дорогостоящие устройства, оснащенные высококачественными видеокамерами, поддерживающими такие форматы, как Ultra HD и 4K.

На отечественном рынке успешно продаются не только российские модели, но и БПЛА китайского производства. В ближайшем будущем предприятия, производящие, продающие или обслуживающие БПЛА, могут выйти на устойчивый заработок.

1.5 Какие льготы предоставят производителям БПЛА

28 апреля 2023 года на совещании, посвященном развитию проекта разработки беспилотных летательных аппаратов, кабинет министров предложил ввести систему льгот для производителей беспилотных летательных аппаратов. Льготы будут аналогичны тем, которые уже действуют для IT-компаний. В первую очередь создадут реестр. Это будет работать так же, как и для IT-организаций. Как пишет «РИА Новости», помимо госзаказов, система господдержки будет включать субсидии: тариф на летный час; стоимость приобретения или лизинга беспилотных летательных аппаратов; ставки по кредитам, выдаваемым на проектирование и изготовление БПЛА через комплексную акционерную площадку; разработки и научная деятельность; создание опытных образцов. Помимо всего вышеперечисленного, разработчикам БПЛА будут предоставлены кредиты на льготных условиях от фонда развития промышленности, а также доступ к испытательным стендам [5].

1.6 Российская стратегия развития гражданской беспилотной авиации

Российское правительство утвердило Стратегию развития беспилотной авиации 28 июня 2023 года. Данный план имеет перспективу до 2035 года. Предполагается, что на протяжении следующих шести с половиной лет в России будет создана новая отрасль, которая будет связана с изготовлением и эксплуатацией гражданских беспилотных летательных аппаратов, а отечественный рынок достигнет 1 трлн рублей, а значит увеличится в двадцатикратном размере (объем российского рынка оценивается всего в 50 миллиардов рублей в 2022 году).

1.6.1 Суть стратегии

В стратегии рассматриваются вопросы технологического развития, финансирования и укомплектования персоналом беспилотных летательных аппаратов; контроль над ее реализацией возложен на Министерство промышленности и торговли при участии Министерства транспорта и Министерства образования и науки РФ. Данная стратегия затрагивает пять областей развития БПЛА:

1. Побуждение потребности в российских беспилотных авиационных системах (БАС);
2. Проектирование и серийное изготовление БАС, строительство крупных промышленных центров;
3. Формирование инфраструктуры;
4. Подготовка кадров к эксплуатации БПЛА;
5. Базисные и обладающие потенциалом научные работы в сфере БАС.

Данной Стратегии сопутствует план действий. Так, к примеру, в рамках проектирования и серийного выпуска БПЛА в 2023 году стартует создание системы научно-производственных центров квалификации и проверок в области БАС. Этот будут координировать автономная некоммерческая организация (АНО) «Платформа Национальной

технологической инициативы», Министерство промышленности и торговли, правительство Москвы и ряд других органов.

До 2030 года количество произведённых в России беспилотных летательных аппаратов, в соответствии со Стратегией, может достичь 180 тысяч единиц, в денежном выражении – 200 миллиардов рублей. Данная Стратегия подразумевает два сценария: базовый и прогрессивный, при котором в 2030 году 75% этих нужд будут удовлетворены российскими производителями.

Совокупная величина отечественного рынка беспилотных летательных аппаратов, исходя из Стратегии, в промежутке от 2023 до 2030 года должна составить более 1 млн единиц, численность специалистов в области изучения, проектирования, изготовления и применения – 1,1 млн человек.

Прогрессу рассматриваемой области в РФ будет способствовать транспортная разрозненность государства и объёмная продолжительность хозяйственных территорий и инфраструктурных объектов.

Спонсирование данной области, в соответствии с рассматриваемой Стратегией, осуществляется при поддержке государства. Согласно информации, предоставленной АНО «Центр Аэронет», только 35% разработчиков не имели потребности в вовлечении дополнительных вкладов в 2022 году. Треть отечественных компаний имеют опыт применения конкурсных мер поддержки государства, к которым относятся гранты на изучение и проектирование.

По отношению к человеческим ресурсам в Стратегии предлагается в качестве начального этапа разработать систему дополнительного образования для детей в возрасте 7-17 лет по аналогии с авиамодельными кружками, а начиная с 2024 года начать интегрировать учебные модули по БПЛА в учебные планы среднего и высшего профессионального образования. Эти задачи будут выполняться АНО «Университет НТИ 2035», Министерством просвещения, правительством Москвы и

Министерством образования и науки РФ. Перед перечисленными организациями также поставлена цель разработать цифровой реестр персонала БАС, соединяющий информацию о кадровом потенциале специалистов в сфере БПЛА и о вакансиях в данной области.

В Стратегии наблюдается, что «ключевой трудностью производственно-технологического характера для прогресса сферы БПЛА является недостаточное развитие изготовления отечественной электронной компонентной базы для систем управления, высокотехнологичных материалов для изготовления комплектующих БПЛА, а также эффективных источников энергии на основе литий-ионных и водородных технологий».

В Стратегии планируется переход на отечественные протоколы управления БПЛА, телеметрию и разработка своих протоколов связи.

В Стратегии также говорится о подготовке к освоению выпуска универсальных комплектующих для сборки БАС. Это означает, что вместо множества успешных организаций, большому количеству из которых приходится воспроизводить весь цикл производства дронов самостоятельно, должно появиться партнёрство, которое будет основано на общем рынке комплектующих, более продуктивной системе разделения труда и обмене инженерными знаниями.

Чтобы поддержать развитие отрасли, Министерство промышленности и торговли создало систему мер помощи операторам, которая включает в себя скидки на покупку БПЛА, выплаты на тематические научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), выплаты для компенсации затрат на лётный час и адаптацию спонсирующей программы для обратного проектирования компонентов. Эти меры внедрены в национальный проект «Беспилотная авиация».

В качестве мер поддержки также рассматривается введение балльной системы для локализации российских беспилотных летательных

аппаратов, при которой к государственным закупкам допускаются только экземпляры с наивысшими оценками. При этом вопрос о том, кто именно должен будет оценивать и по каким параметрам, остается наиболее интригующим для разработчиков [6].

1.7 Правовое регулирование БПЛА

1.7.1 Правовое регулирование БПЛА в России

Определение в российском законодательстве

Законодательство в РФ применяет термин «беспилотное воздушное судно» (БВС) – летательный аппарат, эксплуатирующийся в полете оператором, который находится за пределами борта. Важнейшими критериями, позволяющими причислить аппарат к БВС, являются отсутствие оператора на борту судна и дистанционное управление, что распространяет действие закона на все типы БПЛА.

Легализация БПЛА

Условия узаконивания БПЛА зависят от взлетной массы устройства – максимальной массы аппарата, топлива и дополнительной нагрузки, предусмотренной инженерной документацией, с которой он может реализовать нормальный безопасный полет.

Хозяевам БПЛА, взлетная масса которых составляет менее 250 граммов, проходить какие-либо нормативные процедуры не обязательно. Для всех остальных владельцев закон предусматривает две процедуры легализации в зависимости от весовой категории беспилотника.

Постановка БПЛА на учет

Дроны взлетным весом от 250 граммов до 30 килограммов (легкие дроны) должны быть поставлены на учёт. Эта процедура представляет собой простое уведомление Росавиации о приобретении беспилотника. Заявление нужно подать в данное ведомство в указанные сроки:

Таблица 1 – Периоды подачи заявления для постановки БПЛА на учёт

Основание приобретения БПЛА	Срок
Покупка в России	10 будних дней со дня приобретения
Импорт из другого государства	10 будних дней со дня импорта
Собственное изготовление	Конкретный срок не установлен, пользоваться запрещено, пока БПЛА не стоит на учете

Заявление должно сопровождаться фотографиями БВС с нескольких ракурсов. Также можно приложить техническую документацию, доказывающую взлетную массу в пределах 30 килограммов. Можно отправить заявку следующими методами:

1. Через портал Госуслуг;
2. Через Портал учета БВС;
3. Через почту в Росавиацию.

Росавиация должна ответить на заявление в пределах 10 будних дней с момента его получения. В течение этого времени отдел присвоит устройству учётный номер и отправит его вместе с ответом владельцу. Беспилотник нельзя использовать в режиме полета до того момента, пока не будет присвоен учётный номер.

Регистрация.

Процедура регистрации рассчитана для БПЛА, имеющих взлетную массу превышающую 30 килограммов, то есть относящихся к тяжелым БВС. Регистрация подразумевает предоставление регистрационного документа, номера БПЛА и внедрение его в специализированный реестр. Периоды подачи заявок соответствуют срокам для постановки БПЛА на учёт.

Кроме самого заявления и фотографий БПЛА, нужно отправить в Росавиацию следующее: сертификат летной годности на воздушное судно; техническую документацию БПЛА; подтверждение страхования

гражданской ответственности; сертификат летной годности оператора БПЛА.

Заявление на процедуру регистрации может быть подано либо на личном приёме в местном управлении Росавиации, либо по почте.

Обработка заявления на процедуру регистрации занимает 10 будних дней со дня получения всех требующихся бумаг. По завершении оператору БПЛА выдается регистрационное свидетельство с идентификационным номером беспилотника.

Пошлины и налоги

Госпошлина за постановку на учёт легкого БПЛА не взимается, однако владельцам беспилотников со взлетной массой, превышающей 30 килограммов, требуется заплатить сумму в размере 1300 рублей.

Схожим образом ситуация обстоит и с выплатой налогов: обладатели легких БПЛА их не платят, но за дрон, требующий регистрации, нужно заплатить транспортный налог. Величина налога зависит от территории, в которой прописан хозяин БПЛА, и мощности рассматриваемой модели (кВт).

Использование БПЛА

Перед первым запуском корпус беспилотника должен быть промаркирован собственным номером идентификации. Основное требование заключается в том, чтобы БПЛА визуально идентифицировался. Руководство по этому вопросу можно найти на площадке YouTube и на официальном сайте Росавиации.

Беспилотные летательные аппараты весом менее 30 килограммов допускается запускать без согласования только в ясную погоду и светлое время суток. При этом высота полёта не должна превышать 150 метров

В иных условиях или при запуске тяжелых БВС, требуется запрос допуска на использование воздушного пространства. Для получения нужно создать маршрут полета и отправить его в Росавиацию. В случае полёта в пределах территории города, нужно запросить разрешение в транспортном

комитете администрации соответствующего населенного пункта. Во всех иных ситуациях надо обращаться к местным центрам Росавиации. План полета можно согласовать онлайн, используя систему отправки плана полета. При этом запрещаются полеты над городами федерального значения, такими как Москва, Севастополь и Санкт-Петербург и полёты над местами массовых скоплений людей. Также, маршрут не должен проходить через территории аэропортов, военных полигонов и других запретных зон.

Использование в коммерческих целях

В случаях применения БПЛА в коммерческих целях, необходимо получить документ эксплуатанта. При этом сфера услуг, где будет применяться БПЛА, не имеет значения.

Данный документ возможно получить только при условии, что владелец является частным предпринимателем или его представителем. Необходимо отправить сертификат летной годности, руководство по производству полетов, свидетельство о регистрации БПЛА, страховой полис, а также документ о квалификации оператора БПЛА в Росавиацию.

Для картографических работ или геодезии, помимо всех вышеперечисленных документов, необходимо отправить разрешение ФСБ и Генштаба.

Меры наказания

Эксплуатация БПЛА без предварительной постановки на учёт, при обнаружении факта нарушения органами правопорядка, может повлечь за собой привлечение обладателя дрона к административной ответственности в виде штрафа в максимальном размере 50 тысяч рублей для граждан и 300 тысяч рублей для организаций.

При условии же, что в результате несоблюдения правил полёта БВС нанесёт гражданам вред, не представляющий опасности для жизни, то оператор дрона будет должен заплатить штраф до 5000 рублей и компенсировать стоимость лечения. В случае нанесения тяжкого вреда

здоровью или смерти пострадавшего, эксплуатант БВС может получить уголовный срок вплоть до трех лет лишения свободы.

1.7.2 Правовое регулирование БПЛА в ЕС

Определение

Европейское законодательство использует термин «дрон» и определяет объекты и воздушные суда, которые летают автономно или управляются дистанционно пилотом, находящимся за бортом. Данное определение несколько шире, чем в российском законодательстве, поскольку оно также затрагивает и полностью автономные экземпляры, которые запрограммированы на полет без вмешательства человека.

Легализация БПЛА

В отличие от России, все беспилотные летательные аппараты, производимые в Европейском союзе (ЕС), проходят сертификацию и идентификацию. Таким образом, нет необходимости отдельно регистрировать беспилотник, приобретенный в ЕС. Мастеру, который своими руками сделал дрон легче 250 граммов, не нужно предпринимать никаких действий. Но более тяжелые изделия ручной работы должны проходить сертификацию у какого-либо аккредитованного производителя серийных беспилотников.

В большинстве случаев регистрация БПЛА от обладателя не требуется. Тем не менее, он сам должен зарегистрироваться в качестве пилота на веб-сайте соответствующего ведомства страны, где он находится. Не нужно платить за это никаких пошлин.

Нет необходимости регистрироваться, если:

1. Дрон легче 250 граммов и не оснащен камерами или датчиками;
2. Дрон легче 250 граммов, оснащен камерами и сенсорами, но все равно остается игрушкой.

Использование БПЛА

На официальном сайте Агентства авиационной безопасности Европейского союза (EASA) есть достаточно информативная таблица об ограничениях использования и требованиях к пилоту в зависимости от весовой категории беспилотника.

Таблица 2 – Ограничения использования и требования к пилоту в зависимости от весовой категории БПЛА

	Использование		Требования к пилоту		
Взлётная масса	Подкатегория	Ограничения использования	Регистрация пилота	Обучение	Минимальный возраст
Менее 250 г.	A1	— нельзя летать над не вовлечёнными людьми (если нельзя избежать, пролёт должен быть минимизирован);	Регистрация только при условии, что дрон оборудован камерой/сенсором и при этом не является игрушкой	Обучение не требуется	Нет
250 г. – 500 г.		— нельзя летать над скоплениями людей.	Да	— пилот должен ознакомиться с руководством пользователя; — пилот должен пройти обучение и сдать экзамен или иметь свидетельство о завершении онлайн-обучения по категориям A1/A3.	16 лет

Продолжение табл. 2

500 г. – 2 кг.	A2	— нельзя летать над не вовлечёнными людьми; — держать горизонтальную дистанцию 50 м. от не вовлечённых людей.	Да	— пилот должен ознакомиться с руководством пользователя; — пилот должен пройти обучение и сдать экзамен или иметь сертификат внешнего пилота подкатегории A2.	16 лет
2 кг. – 25 кг.	A3	— нельзя летать вблизи людей или над ними; — держать дистанцию 150 м. от частных, коммерческих и промышленных зон.	Да	— пилот должен ознакомиться с руководством пользователя; — пилот должен пройти обучение и сдать экзамен или иметь свидетельство о завершении онлайн-обучения по категориям A1/A3.	16 лет

Для запуска беспилотника массой, превышающей 25 кг, то есть относящегося к подкатегории C, нужно согласовать маршрут полета с национальным органом государств, через территории которых будет

реализовываться полет. Помимо этого нужно получить лицензию оператора БПЛА «специальной категории». Сложность реализации этих действий варьируется в зависимости от законодательства конкретного государства ЕС.

Моменты, на которые следует обратить внимание:

1. Любым дронам требуется дополнительное разрешение для полетов над запретными зонами;
2. Если масса БПЛА превышает 20 килограммов, требуется страхование гражданской ответственности;
3. Обладателям беспилотных летательных аппаратов, относящихся к подкатегорий A1-A3 получать разрешение на полет и согласовывать план полета не требуется.

Коммерческое использование

БПЛА, входящие в подкатегории A1-A3 могут использоваться в различных коммерческих целях и не требуют дополнительных нормативных процедур. Эксплуатация тяжелых беспилотных летательных аппаратов категории C в торговле регулируется по-разному в каждой стране ЕС, и бюрократическая процедура утверждения коммерческого назначения занимает, как правило, продолжительный период времени.

Меры наказания

Сумма штрафов за нарушение правил использования беспилотных летательных аппаратов варьируется в зависимости от конкретного государства ЕС, на территории которой произошло правонарушение.

Во Франции нарушение требований к подготовке пилотов и полеты вблизи людей и зданий наказываются штрафом в размере до 75 тысяч евро. Если люди при этом получают увечья, оператор может быть лишён свободы на срок в пределах одного года.

Если беспилотник пролетит над запретной зоной из-за халатности пилота, этот оператор будет должен выплатить штраф суммой до 15 тысяч евро. При условии, что органы власти смогут доказать умышленный

характер несоблюдения правил, штраф может увеличиться вплоть до 45 тысяч евро.

Аналогичная ситуация сложилась и в Германии. В этой стране за несоблюдение правил полета и обучения пилота выписывается штраф в размере до 50 тысяч евро. Полеты над запрещенными зонами Германии и несогласованное проникновение в воздушное движение могут стоить пилоту помимо штрафа, ещё и тюремного заключения на срок от 6 месяцев и, в некоторых случаях, вплоть до 10 лет [7].

1.7.3 Правовое регулирование БПЛА в США

Законы о БПЛА в США

Федеральное авиационное управление (FAA) является основным учреждением, ответственным за надзор за эксплуатацией беспилотных летательных аппаратов в Соединенных Штатах.

Федеральная комиссия по связи (FCC) также имеет правила, касающиеся эксплуатации дронов. FCC требует, чтобы все БПЛА передавали идентифицирующую информацию во время полета, которая используется для обеспечения безопасности других воздушных судов. Кроме того, FCC запретила использование определенных радиочастот для работы беспилотных летательных аппаратов.

Министерство внутренней безопасности издало правила, касающиеся использования беспилотных летательных аппаратов в целях наблюдения. Эти правила ограничивают тип информации, которая может быть собрана с помощью дронов, и требуют, чтобы операторы получали ордер, прежде чем использовать БПЛА для наблюдения.

Таким образом, федеральное правительство издало ряд законов и постановлений для обеспечения безопасной эксплуатации беспилотных летательных аппаратов в Соединенных Штатах. Эти правила предназначены для защиты как государственной, так и частной собственности, а также безопасности граждан.

Правила FAA для операторов БПЛА

Прежде всего, все коммерческие БПЛА должны быть зарегистрированы в FAA, а операторы должны иметь действительный сертификат удалённого пилота. Для тех, у кого нет лицензии пилота, FAA предлагает сертификат удаленного пилота по части 107. Чтобы получить этот сертификат, физические лица должны пройти письменный тест FAA и продемонстрировать свои знания об управлении БПЛА. Все владельцы БПЛА обязаны держать свои устройства в пределах прямой видимости и высота полётов не должна превышать 400 футов или 122 метров. Помимо этого, БПЛА запрещается находиться в пределах пяти миль или 8 километров от аэропортов. FAA не допускает эксплуатацию БПЛА в некоторых зонах. К ним относятся военные объекты и национальные парки. Коммерческие полеты БПЛА должны реализовываться в соответствии с определенными протоколами безопасности, что может включать постоянное поддержание прямой видимости и требование двусторонней связи между оператором дрона и авиадиспетчерами. FAA утвердило правила для владельцев БПЛА в отношении использования данных и конфиденциальности. Операторы должны соблюдать все применимые законы и нормативные акты о конфиденциальности данных и гарантировать, что собранные данные не нарушают конфиденциальность какого-либо физического или юридического лица.

Сравнение законов о БПЛА в штатах и территориях США

Федеральное авиационное управление (FAA) приняло некоторые правила для всех штатов, но отдельные штаты могут вводить дополнительные правила.

Например, в Вирджинии был принят закон, обязывающий операторов дронов получать разрешение от штата на управление летательным аппаратом. Процесс получения разрешения включает в себя проверку криминального прошлого и проверку безопасности беспилотника. Закон также налагает ограничения на использование БПЛА,

к примеру, над учебными заведениями, местами лишения свободы и правительственными зданиями.

В штате Калифорния утверждён закон, требующий регистрации в штате всех БПЛА. Этот законопроект касается коммерческих и развлекательных беспилотников. Регистрации представляет собой предоставление характеристик дрона и его предполагаемой эксплуатации. В Калифорнии всем владельцам БПЛА необходимо оставаться на территории штата. Оператор должен держать беспилотник в пределах 500 футов или 152 метров от себя. Кроме того, БПЛА запрещено летать над частной территорией без согласия её обладателя.

Другие штаты следуют иным методам к контролю БПЛА. В Миссури, например, штат запретил использование любых БПЛА, несущих оружие или устройства наблюдения. Закон также требует, чтобы операторы дронов получали разрешение от штата и соблюдали другие правила техники безопасности.

В Техасе дронам не разрешается летать выше 400 футов, и операторы должны оставаться в пределах их прямой видимости. Кроме того, беспилотным летательным аппаратам не разрешается создавать помехи службам экстренного реагирования или правоохранительным органам, и все дроны должны находиться на расстоянии не менее 5 миль от аэропортов.

В таких местах, как Виргинские острова США, беспилотникам разрешается летать на высоте до 400 футов, но они должны оставаться в пределах прямой видимости оператора. Кроме того, беспилотным летательным аппаратам не разрешается летать над густонаселенными районами или заповедниками дикой природы.

Поскольку правила могут варьироваться от штата к штату, операторам беспилотных летательных аппаратов важно ознакомиться с законами штата или территории, над которыми они летают. Несоблюдение

правил может привести к штрафам или другим юридическим последствиям.

Влияние местных законов на полеты БПЛА в США

Местные органы власти также могут вводить ограничения на полеты дронов. Такие региональные законы могут разниться с правилами FAA.

Самыми распространенными местными правилами, которые оказывают влияние на полеты БПЛА, выступают законы о шуме. Эти законы контролируют уровень громкости звука, издаваемого дронами, в основном устанавливая максимально приемлемый уровень шума, измеряемого в децибелах. В ряде случаев БПЛА, уровень шума которых превышает допустимый, запрещено летать в определенных районах.

Другие местные законы, которые могут повлиять на полеты БПЛА, включают законы о конфиденциальности, которые призваны защитить людей от нежелательного наблюдения с помощью беспилотных летательных аппаратов. Эти законы диктуют, когда и где можно использовать дроны, а также могут требовать от оператора получения разрешения от затрагиваемых сторон перед полетом.

В дополнение к этим местным законам некоторые города и штаты ввели требования к регистрации беспилотных летательных аппаратов и выдаче разрешений. Эти требования могут варьироваться от штата к штату и могут требовать от пилотов регистрации своих дронов и получения разрешений перед полетом.

Влияние местных законов на полеты беспилотных летательных аппаратов в Соединенных Штатах может быть значительным. Местные законы могут ограничивать, где и как можно использовать беспилотники, а также налагать дополнительные требования к регистрации и выдаче разрешений [8].

1.7.4 Правовое регулирование БПЛА в Японии

Законы о БПЛА в Японии

Все полеты беспилотных летательных аппаратов в Японии должны соответствовать Закону о гражданской авиации, который обеспечивается Управлением гражданской авиации. Этот закон требует, чтобы все полеты БПЛА регистрировались в бюро, и чтобы дроны эксплуатировались в соответствии с правилами, установленными бюро. Кроме того, беспилотники должны эксплуатироваться в пределах определенного коридора полетов и не должны заходить ни в какие районы, обозначенные как бесполетные зоны.

Операторы дронов также должны получить разрешение от Управления гражданской авиации перед полетом. Это разрешение можно получить либо путем подачи письменного заявления, либо через онлайн-заявку. Операторы также должны сдать письменный экзамен и получить лицензию, прежде чем они смогут легально управлять БПЛА.

С точки зрения безопасности, Бюро гражданской авиации требует, чтобы все беспилотные летательные аппараты были оснащены системой удаленной идентификации, которая используется для идентификации и наблюдения за беспилотником, пока он находится в воздухе. Кроме того, все дроны должны быть оснащены системой GPS, которая помогает операторам получать информацию о местоположении БПЛА в режиме реального времени.

Все операторы беспилотных летательных аппаратов должны нести ответственность за безопасность своих БПЛА и обеспечить их безопасное и ответственное использование. Кроме того, операторам следует воздерживаться от использования своих дронов в густонаселенных районах или в районах, где существует риск причинения вреда людям или имуществу.

Правила использования БПЛА в Японии

В стране действует свод законов, контролирующих эксплуатацию БПЛА. За соблюдением этих нормативных актов наблюдает Министерство экономики, торговли и промышленности Японии (METI). Все БПЛА, применяющиеся на территории Японии, подлежат регистрации в правительстве, а владельцы должны получить разрешение на использование дронов. Разрешение должно содержать имя оператора, адрес, контактную информацию и данные о беспилотнике.

При эксплуатации беспилотника в Японии оператор должен соблюдать особые правила техники безопасности. Например, БПЛА должен летать в пределах прямой видимости оператора и не должен пролетать над населенными пунктами или вблизи аэропортов. Кроме того, беспилотные летательные аппараты не должны летать ночью, и операторы должны придерживаться определенных ограничений по максимальной скорости и высоте полета.

В дополнение к стандартным правилам операторы коммерческих беспилотников в Японии также должны получить разрешение на использование коммерческих БПЛА от METI. Это разрешение является более строгим, чем стандартное, и требует от операторов предоставления более подробной информации о своем беспилотнике, плане полета и протоколах безопасности.

Недавние изменения в законах Японии о БПЛА

Первое изменение – это внедрение системы удаленной идентификации. Это позволит правительству отслеживать беспилотники и идентифицировать оператора. Операторы должны зарегистрировать свои дроны и отобразить на них Remote ID. Личность оператора будет видна любому, кто отсканирует Remote ID.

Второе изменение – это введение бесполетной зоны в определенных районах. Эти районы включают аэропорты, военные базы и определенные

зоны ограниченного доступа. Любой дрон, проникший в эти районы без разрешения, будет оштрафован.

Третье изменение – это введение ограничения по высоте. Теперь операторы должны управлять своими беспилотными летательными аппаратами на максимальной высоте 120 метров от земли. Это делается в целях предотвращения проникновения беспилотников в воздушное пространство других воздушных судов.

Четвертое изменение – это внедрение новой системы лицензирования операторов. Теперь операторы должны получить лицензию от правительства на управление своими дронами. Лицензия будет действительна в течение трех лет, после чего ее необходимо будет продлить.

Японские законы о БПЛА и применимые авиационные законы

Япония недавно предприняла шаги по регулированию использования дронов, при этом авиационное законодательство страны основывается на существующей структуре гражданской авиации страны. В декабре 2015 года был принят новый закон, обязывающий операторов беспилотников получать специальное разрешение Министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма (MLIT) на эксплуатацию беспилотных летательных аппаратов весом более 200 граммов.

Закон требует, чтобы все беспилотные летательные аппараты были зарегистрированы в MLIT, а операторы должны предоставить действительное имя, адрес и контактную информацию. Дроны также должны быть маркированы серийным номером и иметь свидетельство о регистрации.

Закон гласит, что операторам должно быть не менее 16 лет, и они должны пройти письменный тест, проводимый MLIT. Операторы также должны обеспечить, чтобы их беспилотные летательные аппараты эксплуатировались в соответствии с законом и любыми другими

применимыми правилами, такими как правила Управления гражданской авиации.

Закон содержит положения, которые квалифицируют как правонарушение неосторожное управление дроном, например, управление им таким образом, что это может нанести ущерб или поставить под угрозу безопасность людей и имущества. Лица, признанные виновными в нарушении этих правил, могут быть оштрафованы на сумму до 500 000 иен [9].

1.7.5 Правовое регулирование БПЛА в КНР

Организации, регулирующие оборот гражданских БПЛА

Самой важной организацией является Управление гражданской авиации Китая (CAAC). Данный орган регистрирует беспилотные летательные аппараты, распоряжается разрешениями на их использование, выдает лицензии операторам, выделяет запретные зоны и т. д. В дополнение к этой организации можно выделить, что экономические департаменты контролируют изготовителей БПЛА и выпускаемые ими продукты; контроль над импортированными гражданскими дронами производит Главное таможенное управление; Департаменты промышленности и торговли проводят регистрацию разработчиков БПЛА; Органы общественной безопасности расследуют и пресекают нелегальные полеты.

В соответствии с действующим законодательством, эти организации делают отчёты о своей работе Управлению гражданской авиации раз в 6 месяцев.

Подготовка операторов БПЛА

В связи с прогрессом рынка гражданских беспилотных летательных аппаратов китайские производители и исследовательские организации создали различные платформы для обучения операторов. Интенсивно интегрируется система оценивания компетенции пилотов и проверки их профессиональной пригодности. Тренинг основан на «Руководящем

мнении», утвержденном Министерством промышленности и информационных технологий 6 декабря 2017 года. «Руководящее мнение» поддерживает обучение операторов дронов, реализующееся в авиационных университетах в Пекине, Чанчжоу, Нанкине и других городах, а также непосредственно в производственных компаниях. Пилоты должны обладать информацией о принципах управления дронами, о действующем законодательстве в сфере БПЛА, об основах аэродинамики и о навигации.

Согласно статистике, собранной за 2014-2018 годы количество площадок для подготовки пилотов беспилотных летательных аппаратов увеличилось с 18 до 337. Продолжается рост лицензирования операторов. Например, в 2019 году было выдано 67 218 прав на эксплуатацию беспилотных летательных аппаратов (больше на 22 645, в сравнении с 2018 годом; рост на 50,8%), в 2020 году — 88 994 (больше на 27 776, в сравнении с 2019 годом; рост на 32,4%).

Участки беспилотной гражданской авиации

Для развития отрасли БПЛА и привлечения нововведений от разработчиков правительство Китая создает экспериментальные площадки по логистике и распределению беспилотных летательных аппаратов (UCAEZ), предназначенных для тестирования выполнения разнообразных задач с применением БПЛА. Зоны были сделаны около крупнейших городов Китая, таких как Шанхай и Пекин. Всего существует 13 таких участков.

Регулирование БПЛА

Общего закона в области беспилотных летательных аппаратов нет. Контроль гражданских дронов в Китае значительно отстает от их инженерного прогресса. Китайская законодательная власть склоняется к «ручному» регулированию, которое регулируется подзаконными актами и разрешениями местных администраций. Такой метод стимулирует естественный прогресс и не препятствует развитию сферы. Регуляторы вовлекается только в тех случаях, когда новые технологии и те, кто их

эксплуатирует, угрожают государственной безопасности Китайской Народной Республики (КНР).

Контроль БПЛА осуществляется на трех ступенях:

1. На ступени государственных документов, принятых Коммунистической партией Китая (КПК);
2. На ступени законов и нормативных актов;
3. На ступени законодательных актов, принимаемых региональными властями.

Обязательная регистрация БПЛА

Регистрация гражданских дронов, которая является обязательной, реализуется на Единой государственной цифровой платформе для организации полетов беспилотных летательных аппаратов. Для беспилотных летательных аппаратов весом до 250 г. регистрация не является необходимой. Данная площадка работает на китайских ресурсах. Это предоставляет высокий уровень безопасности информации и управления со стороны регулирующего органа. Информация сохраняется на территории КНР и отправка её за границу не допускается. Во время регистрации необходимо указать полную информацию о владельце и об устройстве, а также цели использования. При регистрации в качестве физического лица он должен иметь гражданство КНР; при регистрации в качестве организации необходимо иметь представителя на территории Китая. Из-за этого положения юридическое лицо возможно привлечь к административной и уголовной ответственности. По завершении регистрации на беспилотник крепится стикер с QR-кодом для идентификации. Для полной идентификации дрона полученный номер состоит из 11 знаков, первые из которых – UAS, следующие 8 – цифры, указывающие регистрационный номер беспилотника. QR-код хранит данные о производителе, названии продукта, дате регистрации, информацию о владельце. Кроме того, беспилотному летательному аппарату выдаётся «Регистрационный номер реального имени».

Администрация гражданской авиации связывает идентификационный код продукта беспилотного летательного аппарата, владельца регистрации и регистрационный номер на реальное имя. Кроме того, в каждой местности есть свои собственные требования к регистрации на региональных площадках.

Узаконивание БПЛА

Сертификационные требования к частным лицам и организациям, эксплуатирующим беспилотные летательные аппараты, содержатся в разрозненных фрагментах экспериментального/временного законодательства и основаны на самом важном принципе нынешней административной реформы Китая. Это означает более простую процедуру сертификации для помощи национальному разработчику, но с необходимым доступом регулирующего органа и органам правопорядка ко всем ступеням производства и применения беспилотных летательных аппаратов. Лицензирование БПЛА, элементы и конструкция которого признаны стандартными, проходит в соответствии с установленной процедурой испытаний и инспекции перед присвоением сертификата летной годности. Этот документ свидетельствует о соответствии конструкции и характеристик беспилотного летательного аппарата стандартным конструкциям, а производство соответствует требованиям закона. В то же время производитель ответственен за каждый произведенный экземпляр беспилотника.

Требования к эксплуатации гражданских БПЛА

Законодательство требует, чтобы беспилотные летательные аппараты использовались только на расстоянии более 10 км от воздушного пространства иных летательных аппаратов. Высота полета беспилотного летательного аппарата должна ограничиваться 120 метрами. Исходя из данного требования БПЛА как национального, так и иностранного происхождения, поступающие на китайский рынок, имеют автоматическое ограничение высоты в 120 м; изменения настроек запрещены. Полеты

беспилотных летательных аппаратов в контролируемом воздушном пространстве должны быть согласованы с подразделениями управления полетами, при этом план полета должен быть предоставлен для его одобрения. Существуют запретные зоны, где не допускаются полеты беспилотных летательных аппаратов, за исключением тех, которые используются спецслужбами в чрезвычайных ситуациях. Полеты беспилотных летательных аппаратов вблизи аэропортов запрещены. Полеты беспилотных летательных аппаратов не допускаются в густонаселенных районах. Запрещена перевозка незаконных товаров с помощью беспилотных летательных аппаратов.

Регулирование эксплуатации БПЛА

Эксплуатировать дроны можно только в дневное время. Беспилотный летательный аппарат должен находиться в пределах прямой видимости оператора. Дальность полета должна быть ограничена 500 м от места запуска.

Юридическая ответственность

Законодательство в КНР включает ряд наказаний за нарушение существующих правовых норм. Рост оборота беспилотных летательных аппаратов сделал необходимым принятие законодательства, не только контролирующего их применение, но и стандартов, утверждающих строгую юридическую ответственность, за правонарушения в области использования гражданскими дронами.

Уголовная ответственность

Особенностью юридической ответственности в КНР, отличающей её от российского права, является присутствие в Уголовном кодексе Китайской Народной Республики статей, подразумевающих уголовную ответственность компаний. В то же время сама формулировка довольно неточная и подразумевает не только выписку штрафа к компаниям, но и привлечение к уголовной ответственности их сотрудников.

Административная ответственность

Административная ответственность, с точки зрения исследуемых вопросов, наступает в соответствии с положениями Закона Китайской Народной Республики о репрессивных мерах за правонарушения. Каждый регион имеет свои собственные административные правила, дополняющие национальное законодательство [10].

1.7.6 Резюме по правовому регулированию БПЛА

Исходя из приведённой выше информации, можно заключить, что Китай уделяет значительно больше внимания сфере БПЛА, нежели РФ, страны Евросоюза, США и Япония. В Китае, в сравнении с другими странами, гораздо лучше продумана инфраструктура, связанная с производством и использованием дронов. Различные ассоциации контролируют все этапы создания и эксплуатации беспилотников. Созданы специальные экспериментальные площадки для тестирования БПЛА при выполнении различных задач. Платформа для организации полётов работает на ресурсах КНР, что позволяет сохранять всю информацию в пределах государства. В Китае существует единая цифровая экосистема получения лицензии на эксплуатацию БПЛА, включающая в себя различные платформы для обучения. Также, разработана единая система полётов, которая позволяет отслеживать маршруты БПЛА не только административным ведомствам и правоохранительным органам, но и обычным людям, находящимся в зоне полёта дронов. Все эти особенности присущи только КНР. В остальных, приведённых выше странах, правовое регулирование развито в меньшей степени. В США достаточно много ограничений, связанных с конфиденциальностью физических или юридических лиц, определёнными радиочастотами для работы БПЛА, максимальной высотой полёта и шумом, издаваемым устройством. Законы варьируются в зависимости от штата. В Японии используются удалённые идентификаторы. Использовать дроны можно только в специальных коридорах полётов. Есть ограничения по максимальной скорости полёта. В

остальном же законы и правила, связанные с БПЛА во всех странах идентичны.

2 Практическая часть

2.1 Патентное исследование

Проведён сбор и анализ статистических данных о публикациях патентов в области разработки беспилотных летательных аппаратов. Поиск производился среди русскоязычных и англоязычных ресурсов. Получена статистика патентов по годам. Вычленены основные институты и организации, которые патентуются по данной теме. Построены графики патентов на конкретное лицо. Выделены наиболее популярные темы для патентов.

2.1.1 Патенты на русском языке

Вся информация была взята из базы данных Google Patents по запросу «беспилотный & летательный» в «Основной области запроса».

**Количество патентов на русском языке за
1970-2023 гг.**

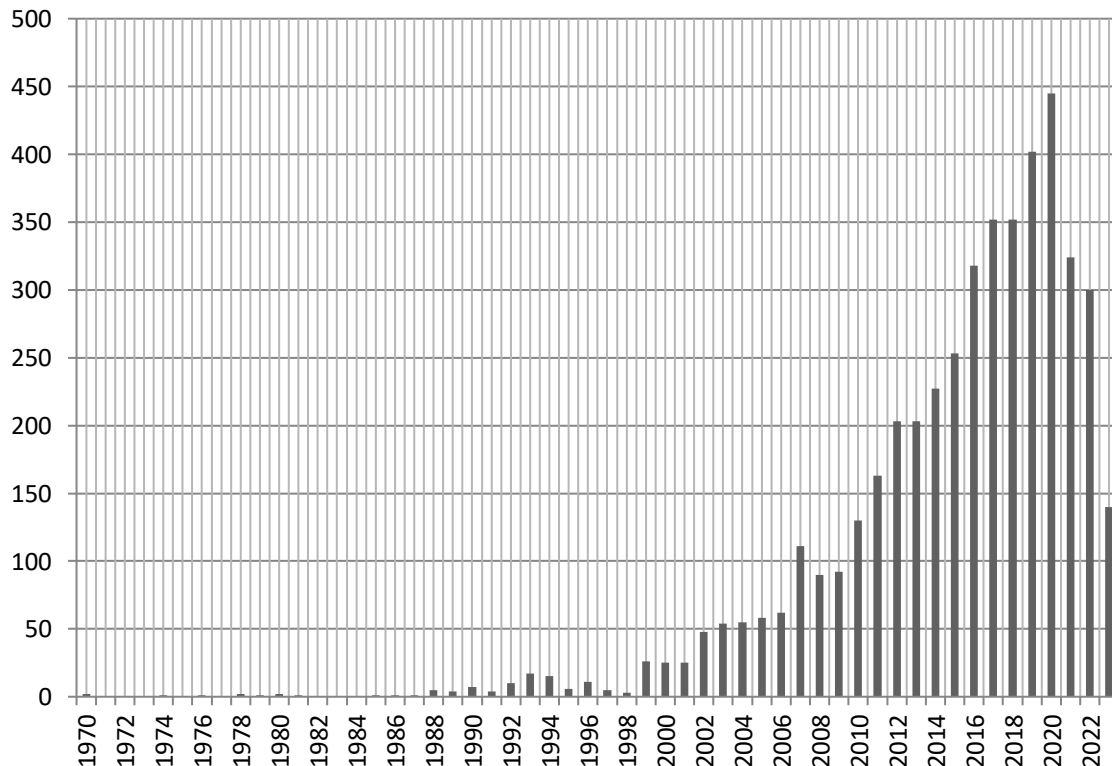


Рис. 1 Количество патентов на русском языке за 1970-2023 гг.

По графику, представленному на рис. 1, можно сделать выводы о том, что, в малых количествах, патенты по беспилотным летательным аппаратам публиковались ещё в 1970-1980 годах. В 1990-х годах просматривается первая волна популярности данной темы. Начиная с 2010 года, количество патентов на русском языке с каждым годом возрастало, в сравнении с предыдущим годом. Пиковое значение количества опубликованных за год патентов на русском языке наблюдается в 2020 году. Это можно объяснить тем, что в 2020 году происходило стремительное развитие сервисов доставки (в том числе, с использованием дронов), связанное с пандемией. Ещё одной причиной может быть Вторая Карабахская война, в ходе которой была продемонстрирована эффективность беспилотной летательной техники в боевых действиях. После 2020 года количество публикаций патентов с каждым годом снижается. Такая ситуация может быть связана с некоторыми потенциальными причинами. В первую очередь можно рассмотреть демографическую ситуацию в стране. Вполне возможно, что большое количество людей, занимавшихся разработками в исследуемой теме, переехало в другие страны на постоянное место жительства. То есть имеет место быть отток квалифицированных кадров из РФ. Ещё одной, не менее важной причиной, может быть ужесточение цензуры со стороны государства, так как многие патенты по беспилотным летательным аппаратам могут представлять государственную, военную или коммерческую тайну. Также, можно сделать предположение, что тема уже полностью изучена. На графике представлено количество патентов по годам их подачи. То есть какого-либо спада из-за ограничений, связанных с эпидемией COVID-19, не наблюдается.

Возможно, снижение количества русскоязычных патентов связано с тем, что учёные стали гораздо чаще публиковать свои работы на английском языке. В любом случае, резкое сокращение количества патентов после

2020 года представляет собой комплексное явление, на которое в той или иной степени повлиял целый ряд потенциальных причин.

Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на русском языке

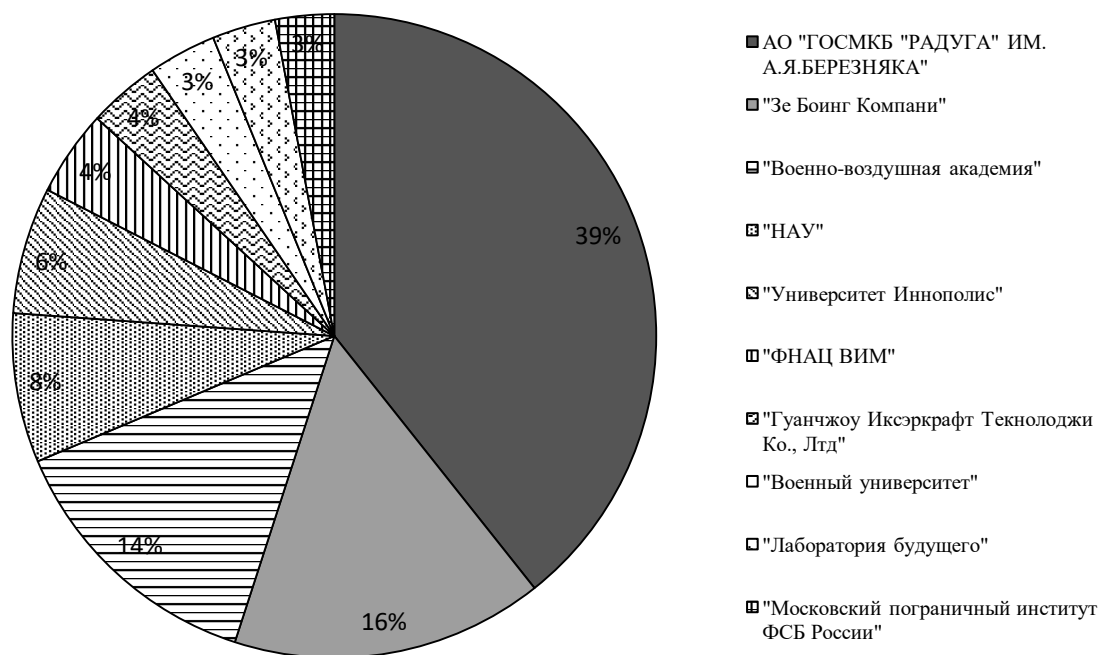


Рис. 2 Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на русском языке

Таблица 3 – Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на
русском языке

Позиция, по общему количеству патентов	Полное название организации	Количество патентов
1	Открытое Акционерное Общество «Государственное Машиностроительное Конструкторское Бюро «Радуга» Имени А.Я. Березняка»	173
2	Зе Боинг Компани	69
3	Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации	60
4	Национальный Авиационный Университет	33
5	Автономная некоммерческая организация высшего образования «Университет Иннополис»	28
6	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)	19
7	Гуанчжоу Иксэркрафт Текнолоджи Ко., Лтд	16

Позиция, по общему количеству патентов	Полное название организации	Количество патентов
8	Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный университет» Министерства обороны Российской Федерации	15
9	Общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория будущего»	14
10	Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Московский пограничный институт Федеральной службы безопасности Российской Федерации»	13

На рис. 2 представлен график количества патентов на русском языке, опубликованных конкретными институтами и организациями, чаще всего патентующихся по теме беспилотных летательных аппаратов. Лидером является «Открытое Акционерное Общество «Государственное Машиностроительное Конструкторское Бюро «Радуга» Имени А.Я. Березняка»». Всего этой организацией опубликовано 173 патента. Последние публикации от этого конструкторского бюро датируются 2015 годом. В апреле 2015 года этой компанией были опубликованы патенты на темы «Летательный аппарат (варианты)» и «Способ старта летательного аппарата (варианты)». В 2022-2023 гг. на русском языке патентовались только две организации. Первая из них – «Автономная некоммерческая организация высшего образования «Университет Иннополис»». Последние публикации данного института датируются 2023 годом, на такие темы, как

«Устройство для захвата груза», «Система транспортировки груза» и «Устройство для подвеса груза». Вторая организация – «Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации». Последние публикации данного института датируются 2023 годом, на такие темы, как «Способ коррекции геометрических искажений гиперспектральных изображений», «Термоэлектрическая генераторная установка для беспилотных летательных аппаратов» и «Способ определения пространственных координат источника радиоизлучения». Также, по данным в таблице 3 видно, что большинство правопреемников являются государственными институтами. Возможно, со стороны органов власти поступило распоряжение о повышении степени секретности результатов работы. То есть предположение об ужесточении цензуры со стороны государства вполне имеет место быть.

**Основные темы патентов на русском языке за
2000-2023 гг.**



Рис. 3 Основные темы патентов на русском языке за 2000-2023 гг.

На рис. 3 представлена диаграмма распределения основных тем патентов на русском языке за 2000-2023 гг. Больше всего патентов опубликовано на тему «конструктивные особенности», что составляет 43% от четырёх основных тем. Тема «датчики» составляет 28% от четырёх основных тем, приведённых на диаграмме. Можно сделать вывод, что в русскоязычном сегменте больше внимания уделяют именно физическим элементам конструкции беспилотных летательных аппаратов. Это может быть связано с тем, что конструктивные особенности и датчики видно в готовом продукте, и другие организации могут это использовать в своих разработках. Алгоритмы и программное обеспечение скопировать без разрешения со стороны правообладателя намного сложнее.

Примеры патентов по каждой теме

В тему «алгоритмы» входят такие патенты как: «Безопасная вынужденная посадка беспилотного летательного аппарата», «Способ селекции ложных воздушных целей» и «Способ проведения поисково-спасательных работ». К теме «конструктивные особенности» относятся следующие публикации: «Беспилотный мультироторный летательный аппарат для мониторинга состояния растительности», «Мультикоптер с воздушными винтами различного назначения» и «Беспилотный летательный аппарат вертикального взлёта и посадки». По теме «датчики» опубликованы следующие работы: «Система и способ для предупреждения столкновений беспилотного летательного аппарата», «Система и способ мониторинга рабочего участка» и «Измерительная система для измерений в отношении дерева». На тему «программное обеспечение» опубликованы следующие патенты: «Система обнаружения нахождения в пределах границ с использованием беспроводных сигналов», «Система и способ защиты контролируемой зоны от беспилотных транспортных средств» и «Способ определения усреднённых значений горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра и его направления».

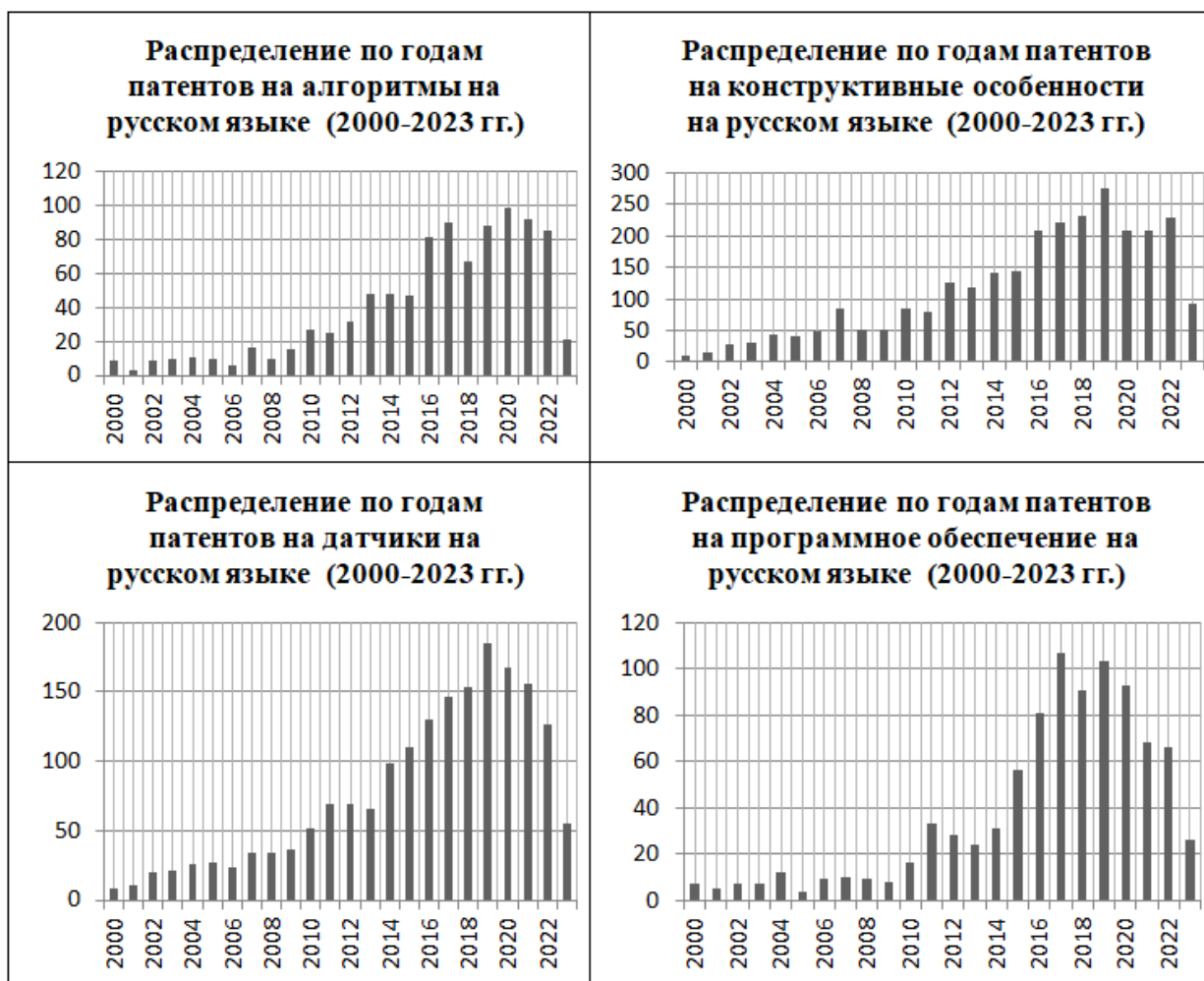


Рис. 4 Распределение по годам патентов на русском языке (2000-2023 гг.)

На рис. 4 представлены графики распределения по годам патентов на русском языке за 2000-2023 гг. Графики распределения по годам патентов на алгоритмы, на конструктивные особенности и на программное обеспечение имеют волнообразный характер. Это говорит о том, что популярность данных тем, в зависимости от года, то возрастает, то идёт на спад. Больше всего патентов на алгоритмы было опубликовано в 2020 году (98 патентов). Наибольшее количество патентов на конструктивные особенности было опубликовано в 2019 году (276 патентов). На программное обеспечение больше всего патентов было опубликовано в 2017 году (107 патентов). График распределения по годам патентов на датчики на русском языке за 2000-2023 гг. имеет, преимущественно, линейно-возрастающий характер. Это говорит о том, что популярность

данной темы возрастала вплоть до 2019 года (185 патентов). В последующие годы количество публикуемых патентов на датчики постепенно снижалось.

Как было указано выше, одной из причин резкого снижения публикаций патентов после 2020 года может быть то, что тема уже полностью себя исчерпала. Для проверки данного предположения и было проведено деление на группы по более узким тематикам. Также, для этого необходимо было посчитать коэффициенты корреляции между этими данными и установить, насколько сильная зависимость между патентами по разным темам.

Расчёт коэффициента корреляции

Для оценивания силы линейной связи используется коэффициент линейной корреляции [11].

r_{xy} – выборочный коэффициент линейной корреляции:

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}, \quad (1)$$

где S_{xy} – выборочная ковариация определяется по формуле:

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \bar{y} \right) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \overset{\circ}{x}_i \overset{\circ}{y}_i, \quad (2)$$

$\overset{\circ}{x}_i, \overset{\circ}{y}_i$ – центрированные значения;

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ – средние арифметические;

S_x, S_y – выборочные среднеквадратические отклонения (СКО) определяются по формулам:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2 \right)} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \overset{\circ}{x}_i^2}, \quad (3)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \bar{y}^2 \right)} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n y_i^{\circ 2}}. \quad (4)$$

Коэффициент линейной корреляции принимает значения от -1 до +1 для любых случайных величин.

$$-1 \leq r_{xy} \leq 1.$$

Если использовать центрированные значения сигналов $x_i^{\circ} = x_i - \bar{x}$, $y_i^{\circ} = y_i - \bar{y}$, то формула (1) упростится.

После подстановки (2), (3) и (4) в (1), получается следующая формула:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i^{\circ} y_i^{\circ}}{\sqrt{\sum x_i^{\circ 2} \sum y_i^{\circ 2}}}. \quad (5)$$

Результаты расчёта коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями патентов по четырём основным темам:

Таблица 4 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Конструктивные особенности и алгоритмы	0,96
Датчики и алгоритмы	0,97
Программное обеспечение и алгоритмы	0,94
Конструктивные особенности и датчики	0,98
Конструктивные особенности и программное обеспечение	0,95
Программное обеспечение и датчики	0,96

На основании данных, представленных в таблице 4, можно заключить, что между патентами по разным темам наблюдается очень сильная связь. Высокий коэффициент корреляции прослеживается и между независимыми друг от друга направлениями. Например, «конструктивные особенности» и «программное обеспечение», или «датчики» и «алгоритмы». Это означает, что резкий спад количества патентов после 2020 года произошёл не из-за того, что тема разработки беспилотников уже достаточно изучена и полностью себя исчерпала, а по иным причинам. Очень маловероятно, что она в один год стала достаточно изучена по всем основным направлениям.

2.1.2 Патенты на английском языке

Вся информация была взята из базы данных Google Patents по запросу «unmanned & aerial & vehicle & drone» в «Основной области запроса».

Количество патентов на английском языке за 1990-2023 гг.

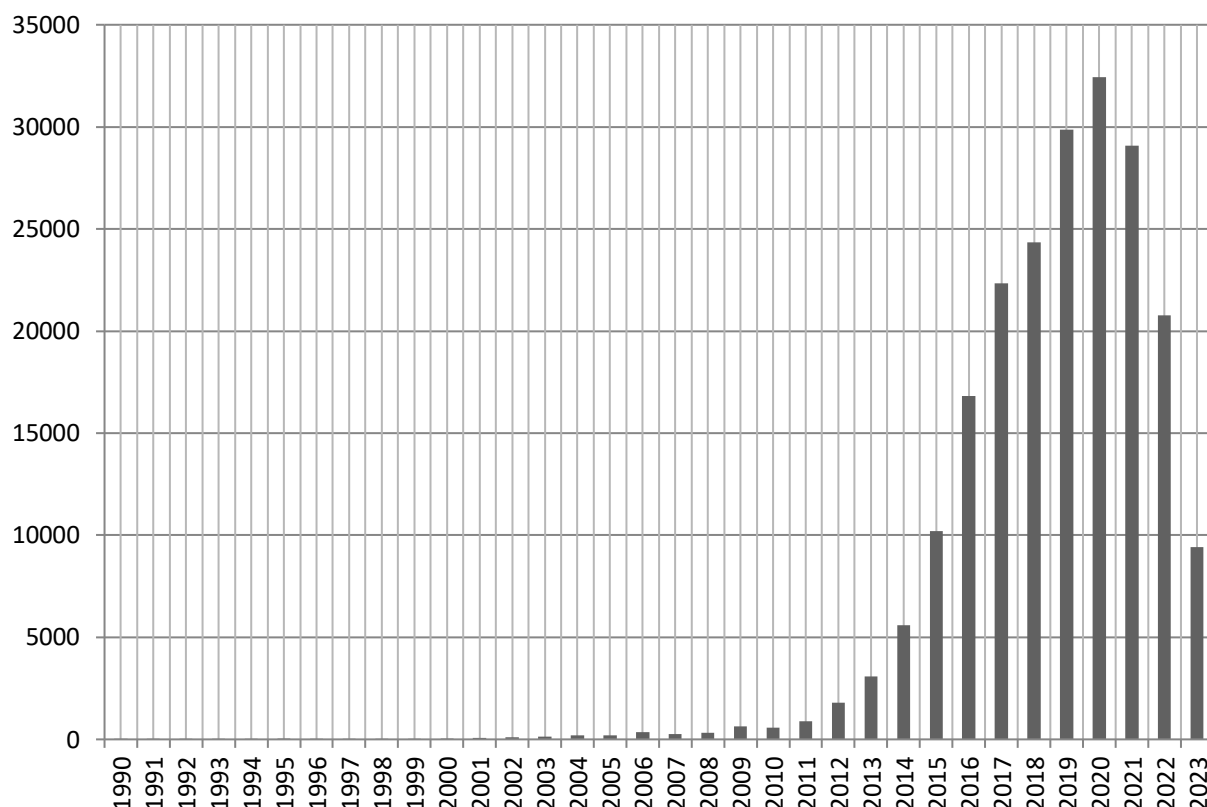


Рис. 5 Количество патентов на английском языке за 1990-2023 гг.

На графике, представленном на рис. 5, видно, что количество опубликованных патентов по беспилотным летательным аппаратам, как правило, с каждым последующим годом возрастает. В 1990-х годах максимальное число патентов за год не превышало 100. В этом десятилетии не было какого-либо значительного повышения интереса к теме разработки беспилотников. Начиная с 2002 года, количество патентов на английском языке с каждым годом, в основном, возрастало, в сравнении с предыдущим годом. С 2012 года рост популярности исследуемой темы стал ещё стремительнее. В 2020 году было опубликовано наибольшее количество патентов. Также, стоит отметить, что после 2020 года заметен спад популярности исследуемой темы. Это объясняется тем фактом, что в самом конце 2019 года были зафиксированы первые вспышки заболеваемости вирусом COVID-19. А уже в 2020 году во многих странах

мира эпидемия была признана международной чрезвычайной ситуацией. Как известно, лидирующие позиции в сфере разработки дронов занимают, в основном, китайские компании-разработчики. Именно в Китае были введены самые строгие карантинные меры. Однако, несмотря на ограничения, работы над проектами БПЛА не прекратились, ведь спрос на беспилотники на рынке только возрос. Поэтому в том же 2020 году видно пиковое, на сегодняшний день, количество патентов. Начиная с 2021 года количество патентов с каждым годом уменьшается. Это можно объяснить тем, что из-за переполненности рынка стало значительно труднее изобрести что-то принципиально новое. Также, мелким компаниям в таких условиях труднее конкурировать с лидирующими предприятиями.

Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на английском языке

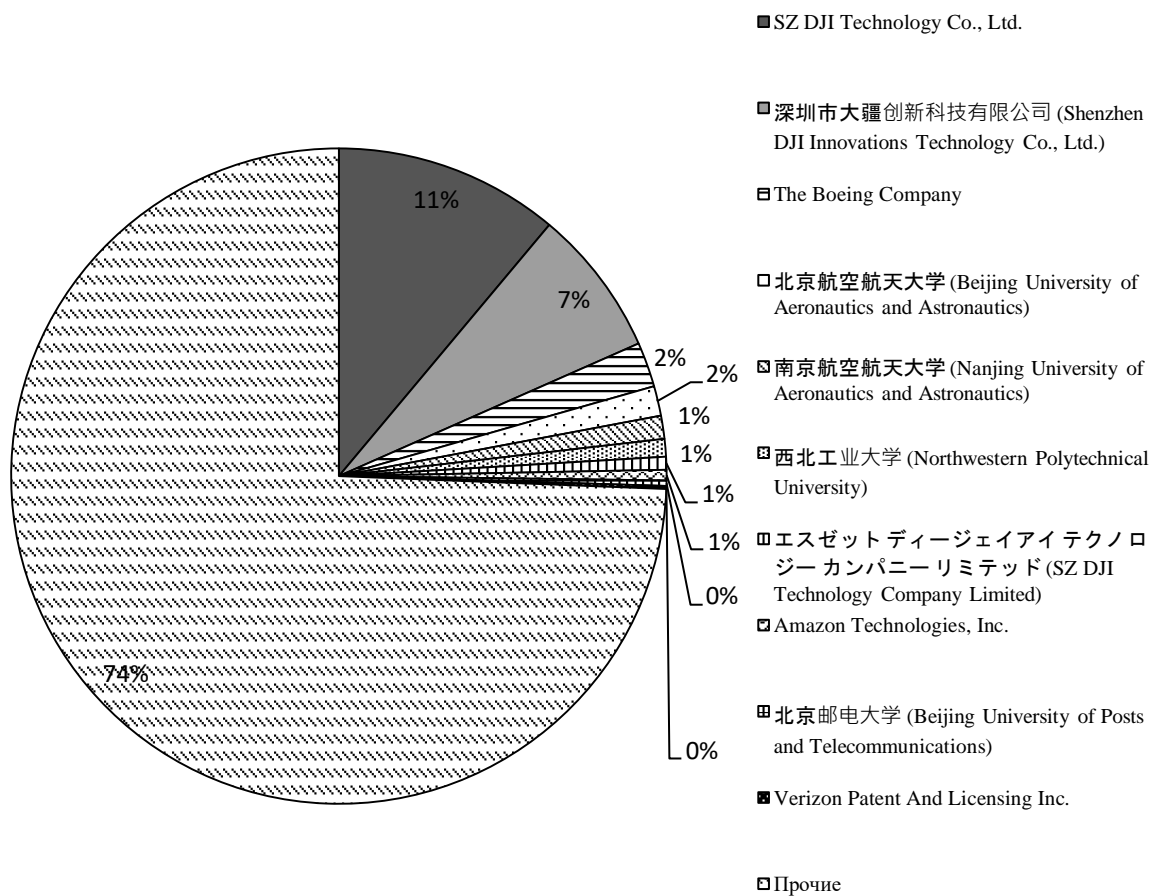


Рис. 6 Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на английском языке

Таблица 5 – Правопреемники, чаще всего публикующие патенты на
английском языке

Позиция, по общему количеству патентов	Полное название организации	Количество патентов
1	SZ DJI Technology Co., Ltd.	10547
2	深圳市大疆创新科技有限公司 (Shenzhen DJI Innovations Technology Co., Ltd.)	6913
3	The Boeing Company	2100
4	北京航空航天大学 (Beijing University of Aeronautics and Astronautics)	1395
5	南京航空航天大学 (Nanjing University of Aeronautics and Astronautics)	1084
6	西北工业大学 (Northwestern Polytechnical University)	827
7	エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッド (SZ DJI Technology Company Limited)	606
8	Amazon Technologies, Inc.	493
9	北京邮电大学 (Beijing University of Posts and Telecommunications)	254
10	Verizon Patent And Licensing Inc.	140

На рис. 6 представлен график количества патентов на английском языке, опубликованных конкретными институтами и организациями, чаще всего патентующихся по теме беспилотных летательных аппаратов.

Несмотря на лидирующие позиции, эти представленные 10 компаний занимают всего 26% от общего количества англоязычных патентов. Оставшиеся 74% публикаций принадлежат прочим организациям. Лидером является компания «SZ DJI Technology Co., Ltd.». Всего этой организацией опубликовано 10547 патентов. Например, в декабре 2023 года этой компанией были опубликованы патенты на темы «Fault detection method and apparatus for phase voltage sampling circuit, and movable platform» («Способ и устройство обнаружения неисправностей для схемы измерения фазного напряжения и передвижная платформа») и «Lens adjustment methods, adjuster, shooting system, mobile system and storage medium» («Способы регулировки объектива, регулятор, система съемки, мобильная система и носитель информации»). Стоит отметить, что «深圳市大疆创新科技有限公司» и «エスゼット ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッド», это та же фирма «SZ DJI Technology Co., Ltd.», только в наименованиях использовано написание на китайском и японском языках соответственно. Также, по данным в таблице 5 видно, что лидирующими правопреемниками являются китайские и американские организации и институты.

Основные темы патентов на английском языке за 2000-2023 гг.

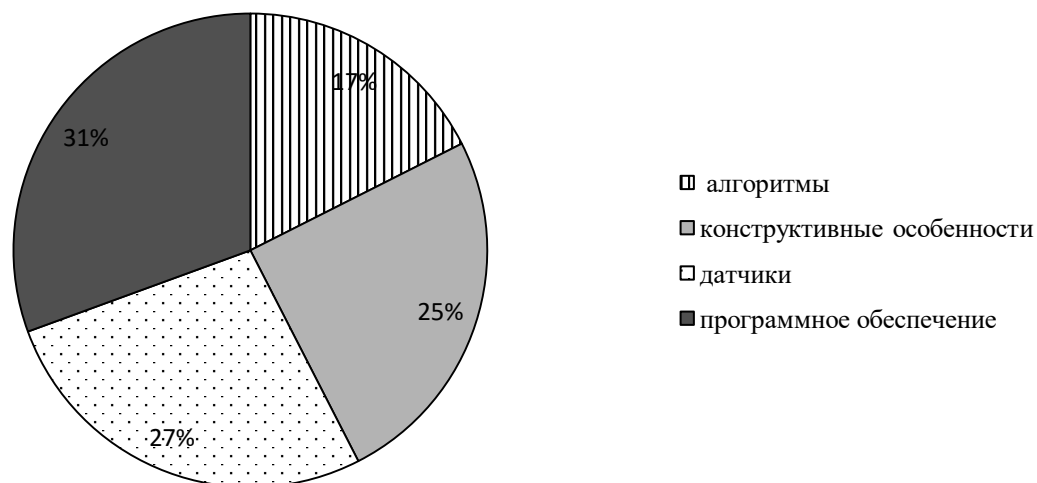


Рис. 7 Основные темы патентов на английском языке за 2000-2023 гг.

На рис. 7 представлена диаграмма распределения основных тем патентов на английском языке за 2000-2023 гг. Больше всего патентов опубликовано на тему «программное обеспечение», что составляет 31% от четырёх основных тем. Тема «датчики» составляет 27% от четырёх основных тем, приведённых на диаграмме. Можно сделать вывод, что в англоязычном сегменте почти в равной степени уделяют внимание, как физическим элементам конструкции беспилотных летательных аппаратов, так и разработке программного обеспечения.

Примеры патентов по каждой теме

В тему «алгоритмы» входят такие патенты как: «Systems and methods for collapsible arms» («Системы и способы складного оружия»), «Systems and methods for uav transport and data acquisition» («Системы и методы транспортировки БПЛА и сбора данных») и «Method, apparatus and system of providing communication coverage to an unmanned aerial vehicle» («Способ, устройство и система обеспечения связи беспилотного летательного аппарата»). К теме «конструктивные особенности» относятся следующие публикации: «Multi-craft uav carrier system and airframe»

(«Многоцелевая несущая система и планер БПЛА»), «Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Having Vertical Takeoff and Landing (VTOL) Capability» («Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) с возможностью вертикального взлета и посадки (СВВП)») и «Multicopter unmanned aerial vehicle» («Мультироторный беспилотный летательный аппарат»). По теме «датчики» опубликованы следующие работы: «Leading unmanned aerial vehicle's system» («Ведущая система беспилотного летательного аппарата»), «A backup navigation system for unmanned aerial vehicles» («Резервная навигационная система для беспилотных летательных аппаратов») и «UAV having barometric sensor and method of isolating disposing barometric sensor within UAV» («БПЛА, имеющий барометрический датчик, и способ изоляции размещения барометрического датчика внутри БПЛА»). На тему «программное обеспечение» опубликованы следующие патенты: «Release and capture of a fixed-wing aircraft» («Освобождение и захват самолета»), «Inter-vehicle communication for hazard handling for an unoccupied flying vehicle (UFV)» («Связь между транспортными средствами для устранения опасностей для незанятого летательного аппарата (БПЛА)») и «Method, apparatus and system of providing communication coverage to an unmanned aerial vehicle» («Способ, устройство и система обеспечения связи беспилотного летательного аппарата»).

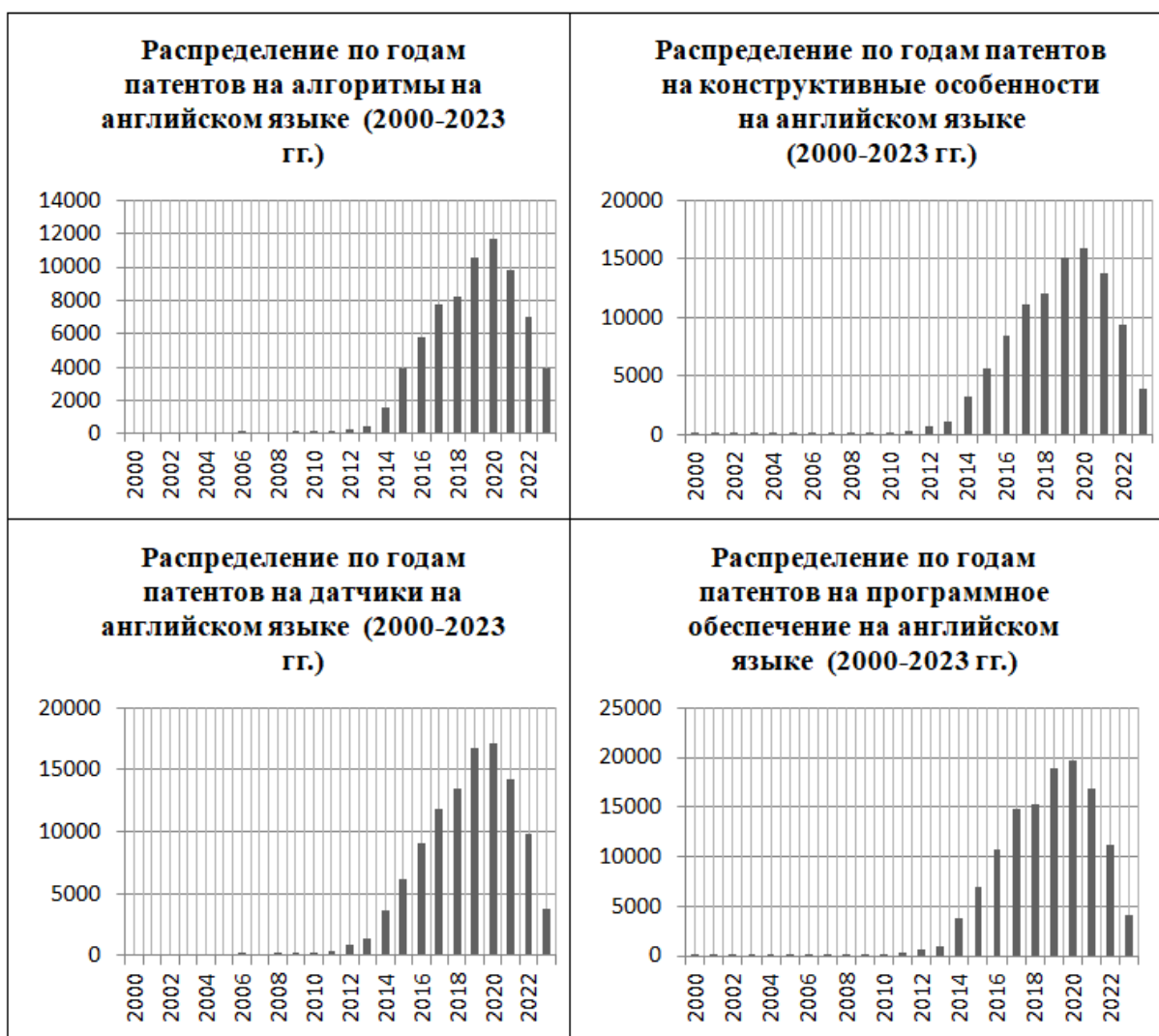


Рис. 8 Распределение по годам патентов на английском языке (2000-2023 гг.)

На рис. 8 представлены графики распределения по годам патентов на английском языке за 2000-2023 гг. Все эти графики имеют, преимущественно, возрастающий характер до определённого пика с дальнейшим снижением. Это говорит о том, что популярность данных тем увеличивается вплоть до какого-либо года, а затем идёт на спад. Наибольшее количество патентов на алгоритмы, на конструктивные особенности, на датчики и на программное обеспечение было опубликовано в 2020 году. В последующие годы количество публикуемых патентов на эти темы резко снизилось. Это можно объяснить тем, что в

последнее время разработчики изменили приоритеты и стали уделять больше внимания иным тематикам. Возможно, представленные области уже достаточно изучены и появились новые проблемы и задачи, которым необходимо уделять значительно больше времени и ресурсов. Чтобы проверить это предположение, необходимо рассчитать коэффициенты корреляции между полученными данными и установить, насколько сильная зависимость между патентами по разным темам и общим количеством публикаций на английском языке.

Расчёт коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями патентов по четырём основным темам и общим количеством публикаций на английском языке:

Таблица 6 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством публикаций на английском языке

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество публикаций и алгоритмы	0,998
Общее количество публикаций и конструктивные особенности	0,998
Общее количество публикаций и датчики	0,996
Общее количество публикаций и программное обеспечение	0,996

На основании данных, представленных в таблице 6, можно заключить, что между патентами по разным темам и общим числом публикаций наблюдается очень сильная связь. Высокий коэффициент корреляции свидетельствует о том, что изменение количества патентов по

годам в любой отдельно взятой тематике (из основных) прямо пропорционально изменению количества публикаций по годам в целом. Это означает, что спад количества патентов по основным темам после 2020 года произошёл не из-за того, что конструкторы потеряли к ним интерес, а потому что и общее количество патентов так же сократилось. Таким образом, можно заключить, что предположение о том, что разработчики сменили приоритеты в пользу других тематик, не подтвердилось.

Корреляция между патентами на русском и английском языках

Для того чтобы оценить, насколько работы русскоязычных конструкторов соответствуют мировым тенденциям, была посчитана корреляция между общим количеством публикаций, а также, между основными темами на русском и английском языках. Расчёт коэффициента линейной корреляции производился аналогично предыдущим разделам.

Результаты расчёта коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями патентов по четырём основным темам и общим количеством публикаций на русском и английском языках:

Таблица 7 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством публикаций на русском и английском языках

Темы патентов на русском и английском языках	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество публикаций	0,925
Алгоритмы	0,921
Конструктивные особенности	0,914
Датчики	0,954
Программное обеспечение	0,951

По полученным результатам, показанным в таблице 7, можно резюмировать, что между патентами по разным темам и общим числом публикаций на русском и английском языках наблюдается очень сильная связь. Это означает, что русскоязычные патенты соответствуют мировым трендам.

2.2 Исследование научных статей

Проведён сбор и анализ статистических данных о публикациях научных статей в области разработки беспилотных летательных аппаратов. Поиск производился среди русскоязычных и англоязычных ресурсов. Получена статистика научных статей по годам. Вычленены основные институты и организации, которые публикуют материалы по данной теме. Выделены наиболее популярные темы для научных статей.

2.2.1 Научные статьи на русском языке

Вся информация была взята из базы данных Google Scholar по запросу «беспилотный & летательный» в «Основной области запроса».

**Количество научных статей на русском языке за
2000-2023 гг.**

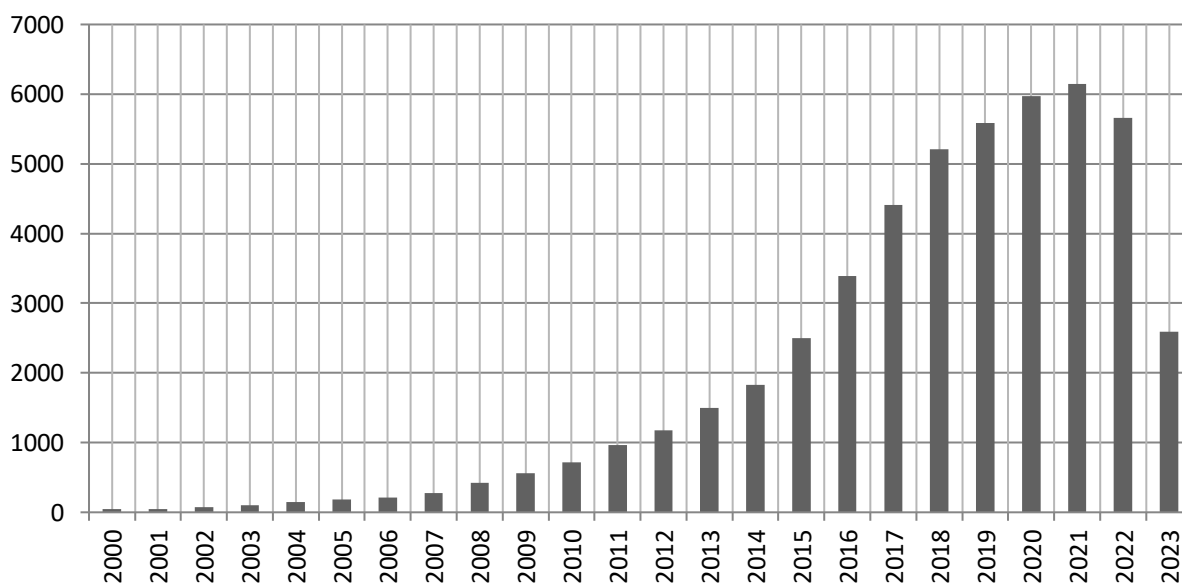


Рис. 9 Количество научных статей на русском языке за 2000-2023 гг.

По графику, показанному на рис. 9, можно сделать выводы о том, что с 2000 года, количество научных статей на русском языке с каждым годом возрастало, в сравнении с предыдущим годом. Аналогично картине с русскоязычными патентами, после определённого пика, популярность темы идёт на спад. Однако, в случае со статьями, пиковое значение количества публикаций за год наблюдается в 2021 году, а не в 2020. Это можно объяснить тем, что в 2021 году продолжались противоэпидемические мероприятия. Это могло побуждать учёных продолжать исследования в сфере разработки дронов. После 2021 года количество публикаций научных статей с каждым годом снижается. Такая ситуация может быть связана с теми же потенциальными причинами, что были перечислены в части по патентам на русском языке. То есть такие причины, как миграция квалифицированных кадров из РФ и ужесточение цензуры со стороны государства актуальны и в данном случае.

Правопреемники, чаще всего публикующие научные статьи на русском языке (за 2023 год)

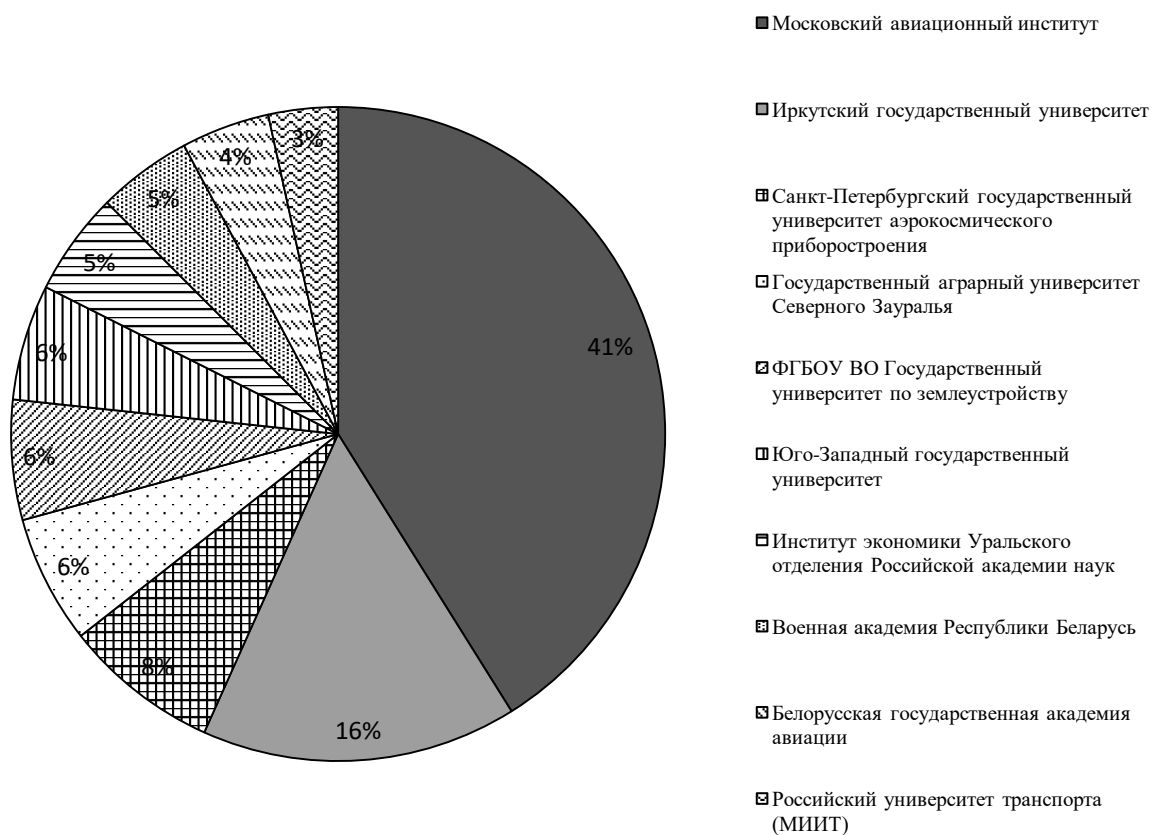


Рис. 10 Правопреемники, чаще всего публикующие научные статьи на русском языке (за 2023 год)

Таблица 8 – Правопреемники, чаще всего публикующие научные статьи на русском языке (за 2023 год)

Позиция, по общему количеству статей	Полное название организации	Количество научных статей
1	Московский авиационный институт	395
2	Иркутский государственный университет	150
3	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения	74
4	Государственный аграрный университет Северного Зауралья	61
5	ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству	57
6	Юго-Западный государственный университет	55
7	Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук	49
8	Военная академия Республики Беларусь	45
9	Белорусская государственная академия авиации	42
10	Российский университет транспорта (МИИТ)	33

На рис. 10 представлен график количества научных статей на русском языке, опубликованных конкретными институтами по теме беспилотных летательных аппаратов в 2023 году. Лидером является «Московский авиационный институт». Всего в 2023 году этой организацией было опубликовано 395 статей. Например, этим институтом были опубликованы научные статьи на темы «Исследование аэродинамической интерференции беспилотных летательных аппаратов при изменении высоты и интервалов в групповом полете», «Имитационная модель системы технического обслуживания комплексов с беспилотными

летательными аппаратами» и «Численное моделирование динамики захвата беспилотного летательного аппарата устройством с упругим аэрофинишером». Также, по данным в таблице 8 видно, что большинство правопреемников являются государственными университетами. Вероятно, как и в случае с патентами на русском языке, на динамику развития научных статей повлияли распоряжения со стороны органов власти о повышении степени секретности результатов работы. То есть предположение об ужесточении цензуры со стороны государства актуально и для публикаций статей.

Основные темы научных статей на русском языке за 2000-2023 гг.



Рис. 11 Основные темы научных статей на русском языке за 2000-2023 гг.

На рис. 11 представлена диаграмма распределения основных тем научных статей на русском языке за 2000-2023 гг. Больше всего статей опубликовано на тему «алгоритмы», что составляет 30% от четырёх основных тем. То есть приоритеты в написании научных статей, отличаются от того, что наблюдалось в разделе с патентами. Там преобладали публикации на тему «конструктивные особенности». Можно заключить, что в русскоязычном сегменте процентное соотношение в основных темах в случае с патентами и научными статьями

сильно различается. Это может быть связано с тем, что исследователи чаще акцентируют своё внимание, в первую очередь, на построение алгоритмов управления, а другие области являются для них вторичными по значению.

Примеры научных статей по каждой теме

В тему «алгоритмы» входят такие статьи как: «Алгоритм терминально-оптимального управления беспилотным летательным аппаратом», «Многофазный алгоритм решения задачи планирования полета группы беспилотных летательных аппаратов» и «Методы и алгоритмы определения положения и ориентации беспилотного летательного аппарата с применением бортовых видеокамер». К теме «конструктивные особенности» относятся следующие публикации: «Особенности конструкции и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов самолетного типа», «Конструктивные особенности беспилотного летательного аппарата применяемого воинскими формированиями Министерства обороны» и «Концепция «Привязной беспилотный летательный аппарат». Его преимущества и конструктивные особенности». По теме «датчики» опубликованы следующие работы: «Мониторинг посевов озимой пшеницы с применением беспилотной аэрофотосъёмки и оптического датчика GreenSeeker® rt200», «Исследование информационных возможностей датчиков навигационной системы беспилотного летательного аппарата» и «Исследование существующих подходов к комплексированию информационных датчиков навигационных систем беспилотных летательных аппаратов». На тему «программное обеспечение» опубликованы следующие научные статьи: «Разработка программного обеспечения для обработки снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов», «Алгоритмическое и программное обеспечение с применением беспилотных летательных аппаратов для оценки остатков угля на открытых складах» и «Обеспечение надёжности и качества программного обеспечения навигационной системы

беспилотного летательного аппарата путем улучшения технологии отработки и испытаний».

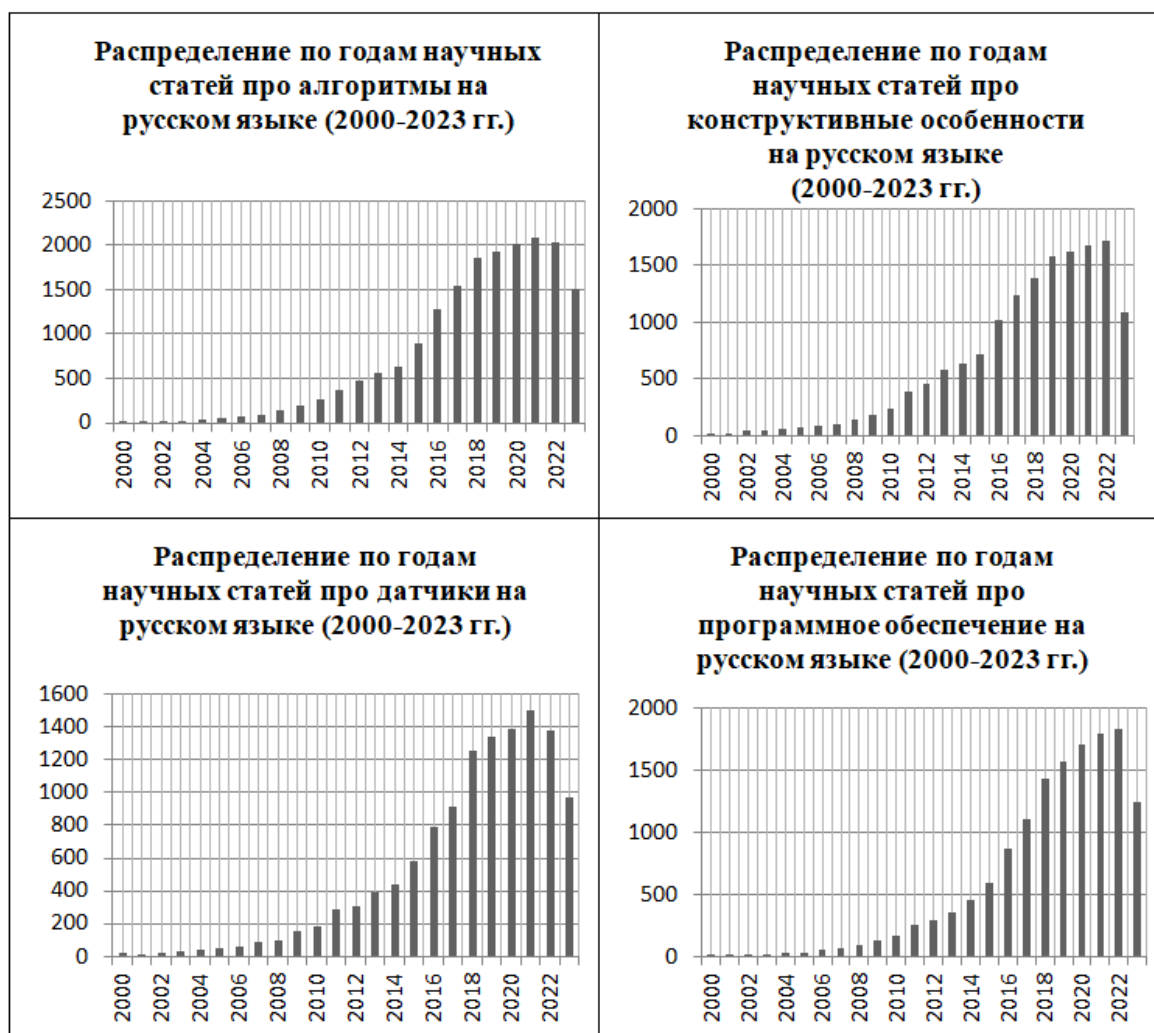


Рис. 12 Распределение по годам научных статей на русском языке (2000-2023 гг.)

На рис. 12 изображены графики распределения по годам научных статей на русском языке за 2000-2023 гг. Все эти графики имеют возрастающий характер до определённого пика с дальнейшим снижением. Это говорит о том, что популярность данных тем увеличивается вплоть до какого-либо года, а затем идёт на спад. Наибольшее количество научных статей про алгоритмы и про датчики было опубликовано в 2021 году. А больше всего публикаций про конструктивные особенности и про программное обеспечение наблюдается в 2022 году. В последующие годы

количество публикуемых научных статей по этим темам резко снизилось. Как и в случае с патентами на русском языке, чтобы проверить предположение о том, что учёные сменили свои приоритеты и стали уделять больше внимания другим тематикам, необходимо рассчитать коэффициенты корреляции между представленными данными и установить, насколько сильная зависимость между научными статьями по разным темам и общим количеством статей на русском языке.

Расчёт коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями научных статей по четырём основным темам и общим количеством статей на русском языке:

Таблица 9 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством статей на русском языке

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество статей и алгоритмы	0,987
Общее количество статей и конструктивные особенности	0,989
Общее количество статей и датчики	0,989
Общее количество статей и программное обеспечение	0,982

На основании данных, представленных в таблице 9, можно заключить, что между научными статьями по разным темам и общим числом статей наблюдается очень сильная связь. Высокий коэффициент корреляции свидетельствует о том, что изменение количества публикаций по годам в любой отдельно взятой тематике (из основных) прямо пропорционально изменению количества статей по годам в целом. Это означает, что спады количества научных статей по основным темам после

2021 или 2022 годов (в зависимости от темы) произошли не из-за того, что исследователи потеряли к ним интерес, а потому что и общее количество публикаций так же сократилось. Таким образом, можно заключить, что предположение о том, что учёные сменили приоритеты в пользу других тематик, не подтвердилось.

Также, найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями научных статей по четырём основным темам:

Таблица 10 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами научных статей

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Конструктивные особенности и алгоритмы	0,996
Датчики и алгоритмы	0,997
Программное обеспечение и алгоритмы	0,993
Конструктивные особенности и датчики	0,995
Конструктивные особенности и программное обеспечение	0,991
Программное обеспечение и датчики	0,996

На основании данных, представленных в таблице 10, можно заключить, что между научными статьями по разным темам наблюдается очень сильная связь. Как и в случае с патентами, высокий коэффициент корреляции прослеживается и между независимыми друг от друга направлениями. Например, «конструктивные особенности» и «алгоритмы», или «датчики» и «программное обеспечение». Это означает, что резкие спады количества публикаций после пиковых значений

произошли не из-за того, что тема разработки дронов полностью себя исчерпала, а по каким-либо иным причинам. Очень маловероятно, что она в один год стала достаточно изучена по всем основным направлениям.

Чтобы проверить, насколько ситуация с публикацией патентов соответствует написанию научных статей, были вычислены коэффициенты линейной корреляции между патентами и статьями на русском языке:

Таблица 11 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством публикаций патентов и научных статей на русском языке

Темы патентов и научных статей	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество публикаций	0,935
Алгоритмы	0,916
Конструктивные особенности	0,932
Датчики	0,920
Программное обеспечение	0,858

По полученным результатам, показанным в таблице 11, можно резюмировать, что между патентами и научными статьями по разным темам и общим числом публикаций на русском языке наблюдается сильная корреляционная связь. Это подтверждает предположение о том, что в русскоязычном сегменте на развитие сферы разработки беспилотных летательных аппаратов, как в случае патентов, так и в случае статей, повлияли аналогичные потенциальные причины.

2.2.2 Научные статьи на английском языке

Вся информация была взята из базы данных Google Scholar по запросу «unmanned & aerial & vehicle & drone» в «Основной области запроса».

**Количество научных статей на английском языке за
2000-2023 гг.**

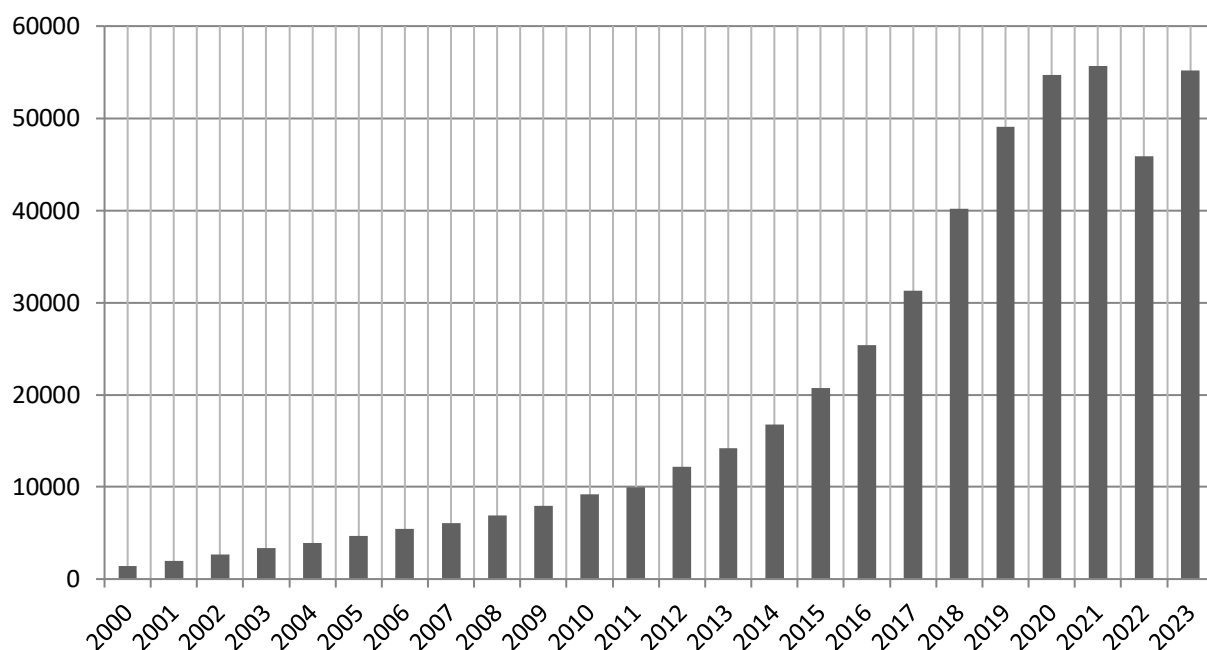


Рис. 13 Количество научных статей на английском языке за 2000-2023 гг.

На графике, представленном на рис. 13, видно, что количество опубликованных научных статей про беспилотные летательные аппараты, как правило, с каждым последующим годом возрастает. С 2015 года рост популярности исследуемой темы стал ещё стремительнее. В 2021 году было опубликовано наибольшее количество научных статей. Также, стоит отметить, что в 2022 году замечен спад популярности исследуемой темы. Как и в случае с англоязычными патентами, это можно объяснить тем, что из-за переполненности рынка в 2020-2021 годах стало проблематично вносить какие-либо инновации. Однако уже в 2023 году количество научных статей вновь приблизилось к уровню рекордных лет. Стоит также

отметить, что динамика развития научных статей отличается от динамики развития патентов.

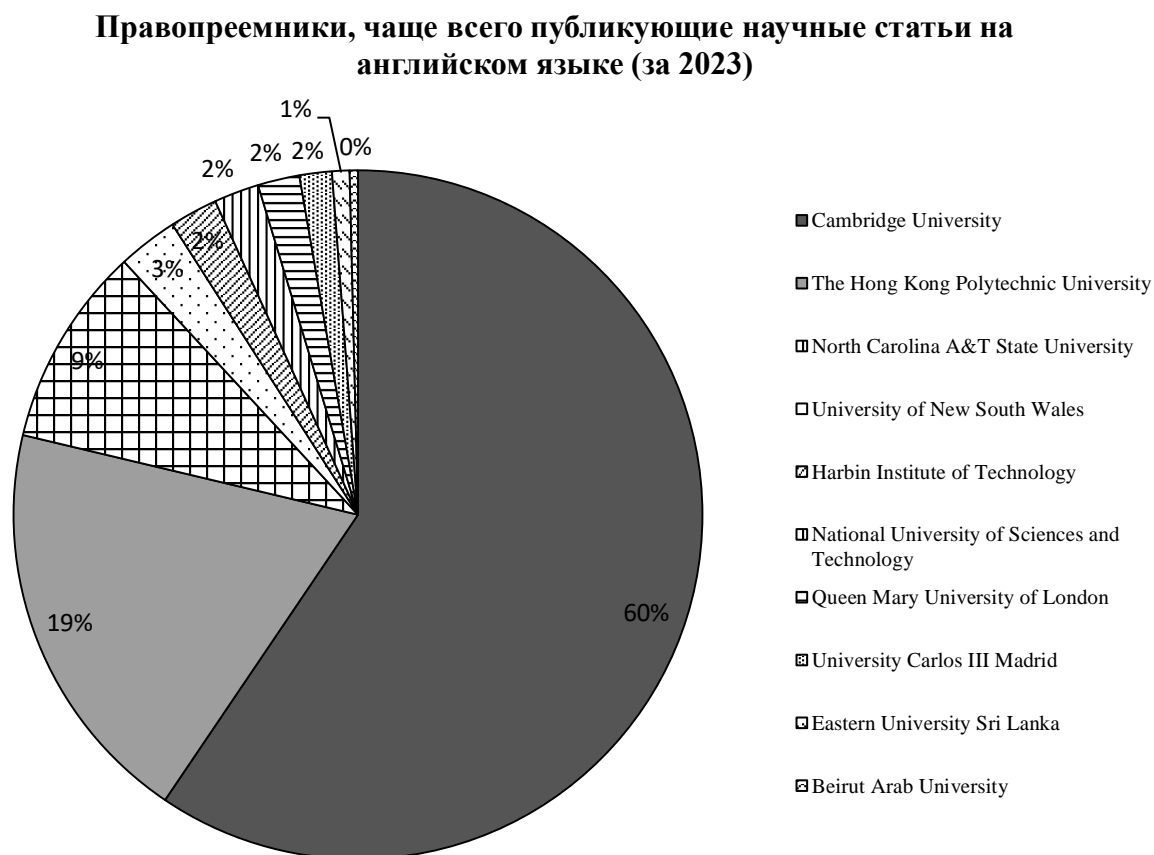


Рис. 14 Правопреемники, чаще всего публикующие научные статьи на английском языке (за 2023 год)

Таблица 12 – Правопреемники, чаще всего публикующие научные статьи
на английском языке (за 2023 год)

Позиция, по общему количеству статей	Полное название организации	Количество научных статей
1	Cambridge University	6890
2	The Hong Kong Polytechnic University	2231
3	North Carolina A&T State University	1090
4	University of New South Wales	327
5	Harbin Institute of Technology	261
6	National University of Sciences and Technology	245
7	Queen Mary University of London	227
8	University Carlos III Madrid	176
9	Eastern University Sri Lanka	95
10	Beirut Arab University	45

На рис. 14 представлен график количества научных статей на английском языке, опубликованных конкретными институтами по теме беспилотных летательных аппаратов в 2023 году. Лидером является «Cambridge University». Всего в 2023 году этой организацией было опубликовано 6890 статей. Например, этим институтом были опубликованы научные статьи на темы «Applications and classifications of unmanned aerial vehicles: A literature review with focus on multi-rotors» («Применение и классификации беспилотных летательных аппаратов: обзор литературы с акцентом на мультикоптеры»), «Multi-UAV path planning based on IB-ABC with restricted planned arrival sequence» («Планирование траектории движения нескольких БПЛА на основе IB-ABC с ограниченной запланированной последовательностью прибытия») и «Dynamic responses due to the Dryden gust of an autonomous quadrotor UAV

carrying a payload» («Динамические реакции из-за порыва Драйдена автономного квадрокоптерного БПЛА с полезной нагрузкой»). Также, по данным в таблице 12 видно, что правопреемники являются университетами из разных стран, таких как Великобритания, Китай, США, Австралия, Испания и др. В отличие от англоязычных патентов, где в лидирующую десятку входили только китайские и американские организации. Это может быть связано с тем, что, хоть в сфере беспилотных летательных аппаратов заинтересованы компании по всему миру, производственные мощности для непосредственно реализации проектов, развиты преимущественно в Китае и США.

Основные темы научных статей на английском языке за 2000-2023 гг.

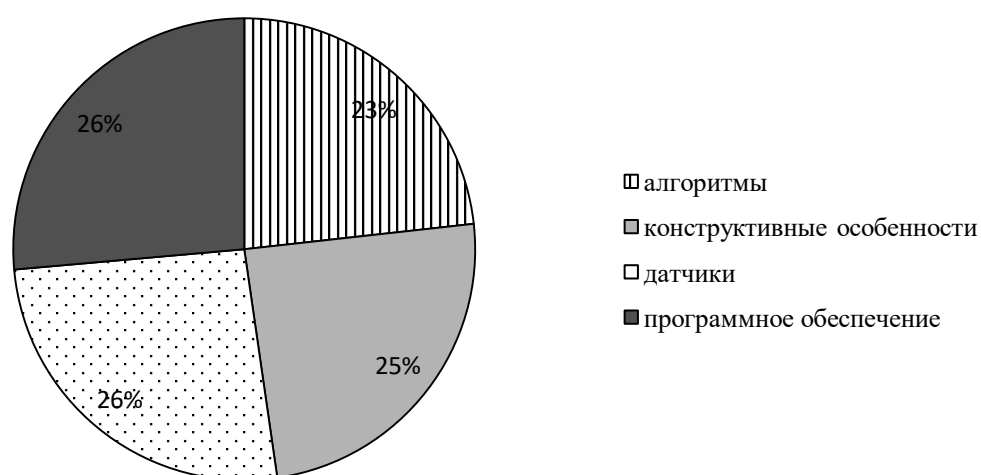


Рис. 15 Основные темы научных статей на английском языке за 2000-2023 гг.

На рис. 15 представлена диаграмма распределения основных тем научных статей на английском языке за 2000-2023 гг. Больше всего статей опубликовано на тему «программное обеспечение», что составляет 26% от четырёх основных тем. Тема «датчики» также составляет 26% от четырёх основных тем, приведённых на диаграмме. Такая картина, в общем,

соответствует ситуации с патентами на английском языке. В том разделе темы «программное обеспечение» и «датчики» также были в приоритете. Можно сделать вывод, что в англоязычном сегменте больше всего внимания уделяют одинаковым тематикам, что патентующие разработчики, что учёные, публикующие научные статьи.

Примеры научных статей по каждой теме

В тему «алгоритмы» входят такие статьи как: «Unmanned aerial vehicle path following: A survey and analysis of algorithms for fixed-wing unmanned aerial vehicles» («Путь беспилотных летательных аппаратов: обзор и анализ алгоритмов для беспилотных летательных аппаратов с неподвижным крылом»), «An optimal routing algorithm for unmanned aerial vehicles» («Оптимальный алгоритм маршрутизации беспилотных летательных аппаратов») и «Improved altitude control algorithm for quadcopter unmanned aerial vehicles» («Усовершенствованный алгоритм управления высотой беспилотных летательных аппаратов квадрокоптеров.»). К теме «конструктивные особенности» относятся следующие публикации: «Unmanned aircraft systems: UAVS design, development and deployment» («Беспилотные авиационные системы: проектирование, разработка и внедрение БПЛА»), «A modular multirotor unmanned aerial vehicle design approach for development of an engineering education platform» («Модульный подход к проектированию многороторного беспилотного летательного аппарата для разработки платформы инженерного образования») и «Flight controller design and demonstration of quad-tilt-wing unmanned aerial vehicle» («Проектирование и демонстрация полетного контроллера беспилотного летательного аппарата с четырехстворчатым крылом»). По теме «датчики» опубликованы следующие работы: «A review on unmanned aerial vehicle remote sensing: Platforms, sensors, data processing methods, and applications» («Обзор дистанционного зондирования беспилотных летательных аппаратов: платформы, датчики, методы обработки данных и приложения»), «A

review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses» («Обзор использования беспилотных летательных аппаратов и датчиков изображения для мониторинга и оценки стрессов растений») и «Instrumentation of an array of ultrasonic sensors and data processing for unmanned aerial vehicle (UAV) for teaching the application of the Kalman filter» («Инструментирование массива ультразвуковых датчиков и обработки данных для беспилотного летательного аппарата (БПЛА) для обучения применению фильтра Калмана»). На тему «программное обеспечение» опубликованы следующие научные статьи: «On unmanned aerial vehicles light show systems: Algorithms, software and hardware» («О системах светового шоу на беспилотных летательных аппаратах: Алгоритмы, программное и аппаратное обеспечение»), «An exploratory study of autopilot software bugs in unmanned aerial vehicles» («Поисковое исследование ошибок в программном обеспечении автопилота беспилотных летательных аппаратов») и «Finding security vulnerabilities in unmanned aerial vehicles using software verification» («Поиск уязвимостей безопасности в беспилотных летательных аппаратах с помощью проверки программного обеспечения»).

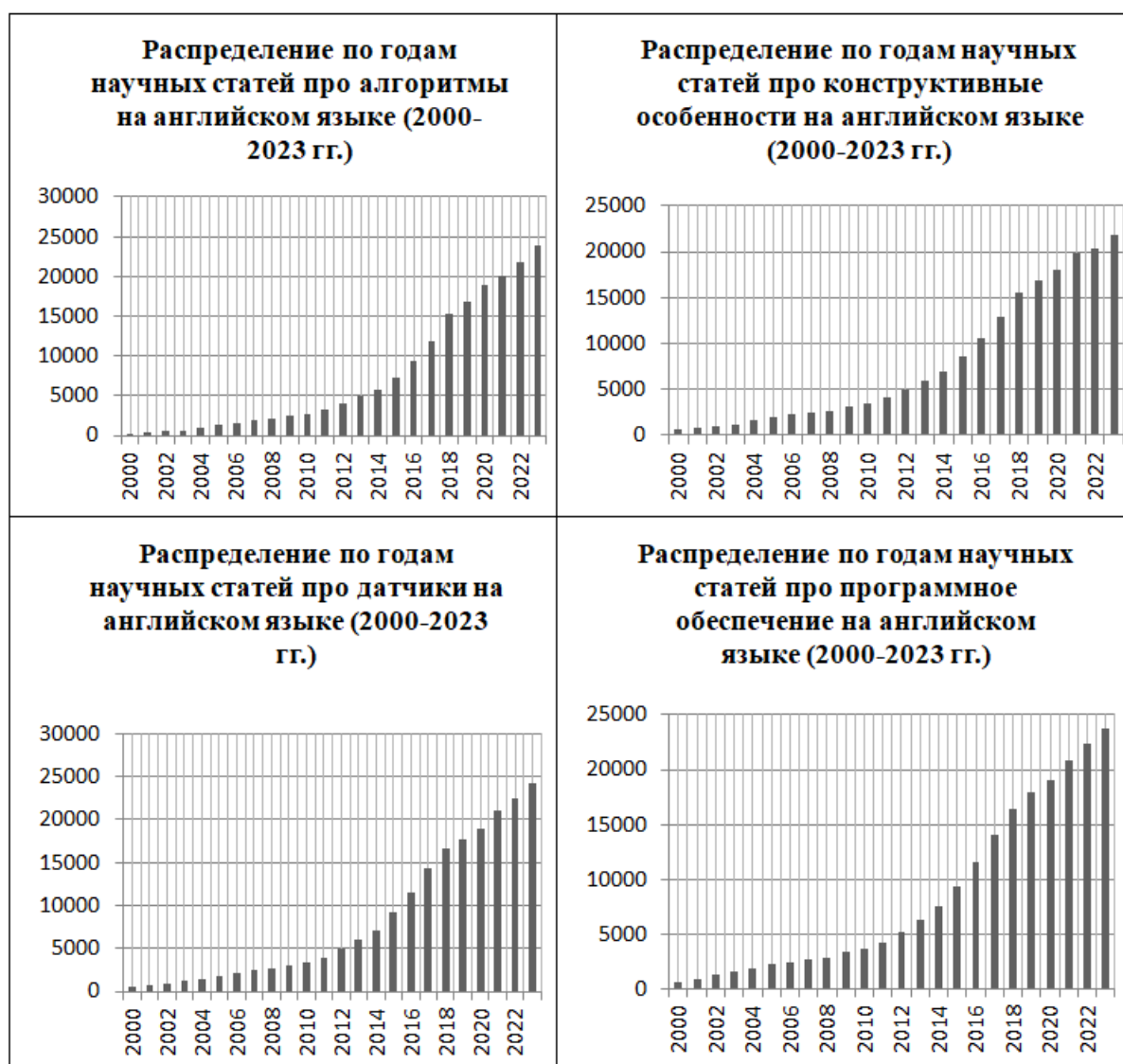


Рис. 16 Распределение по годам научных статей на английском языке (2000-2023 гг.)

На рис. 16 изображены графики распределения по годам научных статей на английском языке за 2000-2023 гг. Все эти графики имеют возрастающий характер вплоть до 2023 года. Это говорит о том, что популярность данных тем продолжает увеличиваться. Такая картина отличается от динамики, представленной на графике по общему количеству статей. В том случае в 2022 году был виден спад с дальнейшим возрастанием в 2023 году. Возможно, снижение произошло из-за того, что после плодотворных 2020-2021 годов, какая-то достаточно крупная тема потеряла свою актуальность, и по ней перестали публиковать работы.

Необходимо рассчитать коэффициенты корреляции между представленными данными, чтобы установить, насколько сильная зависимость между научными статьями по разным темам и общим количеством статей на английском языке.

Расчёт коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями научных статей по четырём основным темам и общим количеством статей на английском языке:

Таблица 13 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством статей на английском языке

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество статей и алгоритмы	0,9875
Общее количество статей и конструктивные особенности	0,9898
Общее количество статей и датчики	0,9858
Общее количество статей и программное обеспечение	0,9869

На основании данных, представленных в таблице 13, можно резюмировать, что между научными статьями по разным темам и общим числом статей наблюдается очень сильная связь. Высокий коэффициент корреляции свидетельствует о том, что изменение количества публикаций по годам в любой отдельно взятой тематике (из основных) прямо пропорционально изменению количества статей по годам в целом.

Также, найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями научных статей по четырём основным темам:

Таблица 14 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами научных статей

Темы	Коэффициент линейной корреляции
Конструктивные особенности и алгоритмы	0,9970
Датчики и алгоритмы	0,9971
Программное обеспечение и алгоритмы	0,9972
Конструктивные особенности и датчики	0,9994
Конструктивные особенности и программное обеспечение	0,9997
Программное обеспечение и датчики	0,9998

На основании данных, представленных в таблице 14, можно заключить, что между научными статьями по разным темам наблюдается очень сильная связь, в некоторых случаях почти достигающая максимально возможного значения 1. Высокий коэффициент корреляции получился между такими, на первый взгляд, независимыми друг от друга направлениями, как «конструктивные особенности» и «алгоритмы», или «датчики» и «программное обеспечение». Это можно объяснить тем, например, что под разработанные конструкции сразу же оптимизируется программное обеспечение.

Чтобы проверить, насколько ситуация с публикацией патентов соответствует написанию научных статей, были вычислены коэффициенты линейной корреляции между патентами и статьями на английском языке:

Таблица 15 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством публикаций патентов и научных статей на английском языке

Темы патентов и научных статей	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество публикаций	0,906
Алгоритмы	0,865
Конструктивные особенности	0,858
Датчики	0,839
Программное обеспечение	0,834

По полученным результатам, показанным в таблице 15, можно резюмировать, что между патентами и научными статьями по разным темам и общим числом публикаций на английском языке наблюдается сильная корреляционная связь. Это подтверждает предположение о том, что в англоязычном сегменте при развитии сферы разработки беспилотников, как в случае патентов, так и в случае статей, уделяют внимание одинаковым приоритетным темам. Однако, такие коэффициенты корреляции, в сравнении со всеми остальными результатами, ощутимо меньше. Причина ослабления связи заключается в том, что количество патентов на английском языке после 2020 года снижалось, в то время как число статей продолжало увеличиваться. Это объясняется тем, что запатентовать что-то принципиально инновационное в условиях большой конкуренции и перенасыщения рынка гораздо более проблематично, чем написать на эту тему статью.

Корреляция между научными статьями на русском и английском языках

Для того чтобы оценить, насколько работы русскоязычных исследователей соответствуют мировым тенденциям, была посчитана корреляция между общим количеством научных статей, а также, между

основными темами на русском и английском языках. Расчёт коэффициента линейной корреляции производился аналогично предыдущим разделам.

Результаты расчёта коэффициента корреляции

Найдены значения коэффициентов линейной корреляции между распределениями научных статей по четырём основным темам и общим количеством публикаций на русском и английском языках:

Таблица 16 – Значения коэффициентов линейной корреляции между основными темами и общим количеством научных статей на русском и английском языках

Темы научных статей на русском и английском языках	Коэффициент линейной корреляции
Общее количество статей	0,932
Алгоритмы	0,953
Конструктивные особенности	0,960
Датчики	0,961
Программное обеспечение	0,970

По полученным результатам, показанным в таблице 16, можно резюмировать, что между научными статьями по разным темам и общим числом публикаций на русском и английском языках наблюдается очень сильная связь. Это означает, что русскоязычные научные статьи соответствуют мировым трендам.

Заключение

В данной ВКР были подробно изучены литературные источники по теме разработки и по правовому регулированию БПЛА в различных странах.

БПЛА применяются для съемки с воздуха в производственной и коммерческой сферах; в системах безопасности; в сельском хозяйстве; в землеустройстве и лесном деле; в горных работах; в нефтяной отрасли; в строительстве и снабжении. Наиболее перспективными направлениями являются мониторинг и доставка груза. Спрос на беспилотники резко возрос во время пандемии как на один из способов передачи грузов из торговых площадок.

Слишком ограниченная ёмкость аккумуляторов в современных БПЛА выступает первостепенным инженерным сдерживающим фактором. Имеют место быть трудности в формировании движения в воздушном пространстве, воспрещение полетов в окрестностях объектов, имеющих секретный или стратегический статус, возможность взлома навигационных систем хакерами.

К 2018 году на международном рынке произошло снижение интереса инвесторов к стартапам. Однако лидирующие изготовители увеличивают объёмы сбыта. Ведущим производителем БПЛА является китайская компания DJI. Остальную часть рынка делят компании, которые производят как дроны, так и компоненты для них.

На российском рынке БПЛА приобретаются, в основном, для промышленности и для проведения досуга. Увеличению объёмов оборота способствовали позитивные изменения в законодательстве. В России лидером в области разработки дронов является компания Pilotage. Российские разработки сосредоточены на сельскохозяйственных технологиях и промышленном мониторинге. В отечественном сегменте рынка успешно продаются не только российские модели, но и БПЛА китайского производства. В последующие годы предприятия,

изготавливающие, продающие или обслуживающие беспилотники, выйдут на устойчивый заработок.

Будет введена система льгот для производителей БПЛА. Помимо госзаказов, система господдержки будет включать различные субсидии. Производителям дронов будут предоставлены кредиты на льготных условиях от фонда развития промышленности и доступ к испытательным стендам.

В рамках стратегии развития гражданской беспилотной авиации в РФ обозреваются задачи, связанные с технологическим прогрессом, со спонсированием и с пополнением штата сотрудников из сферы БПЛА. Всего в данной стратегии рассматривается пять основных областей развития беспилотников:

1. Побуждение потребности в российских БАС;
2. Проектирование и серийное изготовление БАС, строительство крупных промышленных центров;
3. Формирование инфраструктуры;
4. Подготовка кадров к эксплуатации БПЛА;
5. Базисные и обладающие потенциалом научные работы в сфере БАС.

В результате изучения материалов по правовому регулированию выяснилось, что КНР уделяет значительно больше внимания сфере БПЛА, нежели другие, рассмотренные в данной работе государства. Это заключается в гораздо лучше продуманной инфраструктуре, связанной с производством и использованием беспилотников. Все этапы создания и эксплуатации БПЛА в Китае контролируются различными ассоциациями. Созданы специальные экспериментальные площадки для тестирования дронов при выполнении различных задач и платформа для организации полётов, работающая на китайских ресурсах. В КНР существует единая цифровая экосистема получения лицензии на эксплуатацию беспилотников, включающая в себя различные платформы для обучения, и

единая система полётов, позволяющая отслеживать маршруты БПЛА. Все эти особенности присущи только КНР. В остальных, приведённых выше странах, правовое регулирование развито в меньшей степени. В США достаточно много ограничений, связанных с конфиденциальностью физических или юридических лиц, определёнными радиочастотами для работы БПЛА, максимальной высотой полёта и шумом, издаваемым устройством. Законы варьируются в зависимости от штата. В Японии используются удалённые идентификаторы. Использовать беспилотники можно только в специальных коридорах полётов. Есть ограничения по максимальной скорости полёта. В остальном же законы и правила, связанные с БПЛА во всех рассмотренных странах идентичны.

В работе исследованы патенты на тему БПЛА, собраны и проанализированы различные данные о научных публикациях на английском и русском языках. Выявлены тренды развития исследуемой отрасли и сформулированы предположения, объясняющие текущую ситуацию на российском и мировом рынках БПЛА.

Начиная с 2010 года, количество патентов на русском языке, опубликованных за год, с каждым годом возрастало, в сравнении с предыдущим годом и пиковое значение наблюдается в 2020 году. Это можно объяснить тем, что в 2020 году происходило стремительное развитие сервисов доставки, связанное с пандемией, и Вторая Карабахская война. После 2020 года количество публикаций патентов с каждым годом снижается. Были выдвинуты предположения, что такая ситуация может быть связана с демографической ситуацией в стране, с ужесточением цензуры со стороны государства, с тем, что учёные стали чаще публиковать работы именно на английском языке или с полной изученностью темы. То есть резкое сокращение количества патентов после 2020 года представляет собой комплексное явление. Лидером в количестве патентов на русском языке является «Открытое Акционерное Общество

«Государственное Машиностроительное Конструкторское Бюро «Радуга» Имени А.Я. Березняка»». Большинство русскоязычных правопреемников являются государственными институтами. То есть предположение об ужесточении цензуры со стороны государства вполне имеет место быть. Больше всего патентов опубликовано на тему «конструктивные особенности». Можно сделать вывод, что в русскоязычном сегменте больше внимания уделяют именно физическим элементам конструкции БПЛА. Было отброшено предположение о полной изученности темы после расчёта коэффициентов линейной корреляции. Между патентами по разным темам наблюдаются высокие значения коэффициентов, то есть очень сильная связь. Очень маловероятно, что тема разработки БПЛА в один год стала достаточно изучена по всем основным направлениям.

Начиная с 2002 года, количество патентов на английском языке с каждым годом, в основном, возрастало, в сравнении с предыдущим годом, и в 2020 году было опубликовано наибольшее количество патентов. Также, стоит отметить, что после 2020 года замечен спад популярности исследуемой темы. Было выдвинуто предположение, что рост спроса на БПЛА связан с эпидемией COVID-19. Начиная с 2021 года количество патентов с каждым годом уменьшается, что объясняется переполненностью рынка. Лидером по количеству патентов является компания «SZ DJI Technology Co., Ltd.». Лидирующими англоязычными правопреемниками являются китайские и американские организации и институты. Больше всего патентов на английском языке опубликовано на темы «программное обеспечение» и «датчики». Можно сделать вывод, что в англоязычном сегменте почти в равной степени уделяют внимание, как физическим элементам конструкции беспилотных летательных аппаратов, так и разработке программного обеспечения. Для того чтобы оценить, насколько работы русскоязычных конструкторов соответствуют мировым тенденциям, была посчитана корреляция между общим количеством публикаций, а также, между основными темами на русском и английском

языках. По полученным результатам можно резюмировать, что русскоязычные патенты соответствуют мировым трендам.

С 2000 года, количество научных статей на русском языке с каждым годом возрастало, в сравнении с предыдущим годом, и пиковое значение наблюдается в 2021 году. Выдвинуто предположение, что в 2021 году продолжались противоэпидемические мероприятия, что побуждало учёных продолжать исследования в сфере разработки БПЛА. После 2021 года количество публикаций научных статей с каждым годом снижается. Предполагается, что такая ситуация может быть связана с теми же потенциальными причинами, что были перечислены в части по патентам на русском языке: миграция квалифицированных кадров из РФ и ужесточение цензуры со стороны государства. Лидером по публикациям научных статей на русском языке является «Московский авиационный институт». Большинство русскоязычных правопреемников являются государственными университетами. Вероятно, как и в случае с патентами на русском языке, на динамику развития научных статей повлияли распоряжения со стороны органов власти о повышении степени секретности результатов работы. Больше всего статей опубликовано на тему «алгоритмы». Можно заключить, что в русскоязычном сегменте процентное соотношение в основных темах в случае с патентами и научными статьями сильно различается. Это может быть связано с тем, что исследователи чаще акцентируют своё внимание, в первую очередь, на построение алгоритмов управления, а другие области являются для них вторичными по значению. После расчёта корреляции, по полученным результатам можно резюмировать, что между патентами и научными статьями по разным темам и общим числом публикаций на русском языке наблюдается сильная корреляционная связь. Это подтверждает предположение о том, что в русскоязычном сегменте на развитие сферы разработки БПЛА, как в случае патентов, так и в случае статей, повлияли аналогичные потенциальные причины.

Количество опубликованных научных статей про БПЛА на английском языке, как правило, с каждым последующим годом возрастает. В 2021 году было опубликовано наибольшее количество научных статей, а в 2022 году замечен спад популярности исследуемой темы. Выдвинуто предположение, что это связано с переполненностью рынка БПЛА в 2020-2021. Однако уже в 2023 году количество научных статей вновь приблизилось к уровню рекордных лет. Динамика развития англоязычных научных статей отличается от динамики развития англоязычных патентов. Лидером по количеству научных статей на английском языке является «Cambridge University». Англоязычные правопреемники являются университетами из разных стран, таких как Великобритания, Китай, США, Австралия, Испания и др. В отличие от англоязычных патентов, где в лидирующую десятку входили только китайские и американские организации. Предполагается, что это может быть связано с тем, что, хоть в сфере БПЛА заинтересованы компании по всему миру, производственные мощности для непосредственно реализации проектов, развиты преимущественно в Китае и США. Больше всего статей на английском языке опубликовано на темы «программное обеспечение» и «датчики». Можно сделать вывод, что в англоязычном сегменте больше всего внимания уделяют одинаковым тематикам, что патентующие разработчики, что учёные, публикующие научные статьи. После расчёта корреляции, можно резюмировать, что между научными статьями по разным темам и общим числом публикаций на русском и английском языках наблюдается очень сильная связь. Это означает, что русскоязычные научные статьи соответствуют мировым трендам.

Список использованных источников

1. Беспилотные летательные аппараты: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://www.geo-spektr.ru/bespilotnye-letatelnye-apparaty/>. (Дата обращения: 05.06.2024)
2. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки: [электронный ресурс]. М., 2024. URL: <https://itorum.ru/articles/nauchno-issledovatelские-i-opytно-konstruktorskie-razrabotki/>. (Дата обращения: 05.06.2024)
3. Купцова Е. Что такое патент: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://legal-support.ru/information/blog/zashita-prav/chto-takoe-patent/>. (Дата обращения: 05.06.2024)
4. Дроны сегодня: бизнес, сферы применения и рынок беспилотников: [электронный ресурс]. М., 2021. URL: <https://b-mag.ru/drony-segodnja-biznes-sfery-primenenija-i-rynok-bespilotnikov/>. (Дата обращения: 27.08.2023)
5. Какие льготы предоставят производителям беспилотников: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://finance.rambler.ru/economics/50648287-kakie-lgoty-predostavyat-proizvoditelyam-bespilotnikov/>. (Дата обращения: 27.08.2023)
6. Юдина П. Российские беспилотники: летим к триллиону: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://fiop.site/press-tsentr/release/nanocenter/20230710-ekspert-rossiyskie-bespilotniki-letim-k-trillionu/>. (Дата обращения: 28.08.2023)
7. Правовое регулирование дронов: российские и европейские правила: [электронный ресурс]. М., 2022. URL: <https://habr.com/ru/companies/timeweb/articles/647747/>. (Дата обращения: 14.09.2023)
8. Бойко А. Регулирование беспилотников в США: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://robotrends.ru/robopedia/regulirovanie-bespilotnikov-v-ssha>. (Дата обращения: 07.10.2023)

9. Полеты под влиянием – новое правовое регулирование в Японии: [электронный ресурс]. М., 2023. URL: <https://antidrone24.com/>. (Дата обращения: 07.10.2023)
10. Аналитическое исследование «Беспилотные летательные аппараты: регулирование. Опыт Китая»: [электронный ресурс]. М., 2022. URL: <https://glory-air.ru/tpost/oxxvhpuez1-analiticheskoe-issledovanie-bespilotnie>. (Дата обращения: 07.10.2023)
11. Фёрстер Э., Рёнци Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа. – М: «Финансы и статистика», 1983. – 302 с. Текст: непосредственный.