

Анализ эффективности применения беспилотных авиационных систем

Оглавление

1. Введение	3
2. Глоссарий.....	4
3. Критерии эффективности	5
3.1. Неценовые критерии.	5
3.2. Ценовые критерии	7
4. Методики расчета	7
5. Методика определения стоимости для БАС.....	8
5.1. Стоимость аэрологистики на БВС.....	9
6. Методика определения стоимости для традиционных средств	17
7. Пути снижения себестоимости	17
8. Сравнение показателей.....	18
9. Выводы	21

1. Введение

Отрасль гражданской беспилотной авиации в Российской Федерации развивается с 2006 года, уже на протяжении двух десятков лет. За этот период БАС в составе с «легкими» БВС с максимальной взлетной массой 30 кг и менее стали инструментом для решения задач в широком спектре применений в интересах государственных компаний и корпораций, коммерческих и частных заказчиков.

Практика показала, что применение беспилотной авиации в операционной деятельности позволяет организациям добиваться прямых и косвенных экономических эффектов (снижение издержек, повышение качества работ или услуг, повышение качества управленческих решений). На повестке стоит внедрение БАС в функции контрольно-надзорной деятельности государственных органов, работы по предотвращению чрезвычайных ситуаций и в целях обеспечения безопасности, а также в решение транспортно-логистических задач увеличения интенсивности доставок жизненно важных товаров в труднодоступных населенных пунктах.

Несмотря на двадцатилетний срок, уровень развития рынка БАС остается невысоким относительно своего потенциала. Системные технологические и нормативные проблемы хорошо известны, не решены и потому сверхактуальны, но не являются предметом настоящего отчета. Одной из причин медленного роста спроса на использование БАС в качестве рабочего инструмента в различных сферах экономической деятельности является нехватка информации, отсутствие собственного опыта и какой-либо публичной **методики** оценки экономической эффективности для приблизительной оценки возможных выгод и издержек конкретным предпринимателем, принимающим решение о внедрении БАС в качестве нового инструмента своего бизнеса.

В настоящее время различные субъекты в отрасли занимаются вопросом разработки методик оценки экономических (прямых и косвенных) эффектов применения беспилотной авиации. В рамках настоящей работы предлагается один из возможных подходов к такой оценке.

2. Глоссарий

Термин/Аббревиатура	Расшифровка
БАС	Беспилотная авиационная система (системы)
БВС	Беспилотное воздушное судно (суда)
ПВС	Пилотируемое воздушное судно (суда)
ЛЭП	Линия электропередач
ТОиР	Техническое обслуживание и ремонт
ФОТ	Фонд оплаты труда
СПДМ	Сбор и передача данных, дистанционный мониторинг» - направление включает виды работ, проводимые с применением оптических, радиолокационных, аэромагнитных, тепловизионных, мультиспектральных, измерительных и других средств сбора и передачи данных
АРЗ	«Проведение авиационной разведки и обеспечение охраны территории и объектов» - направление включает виды работ, аналогичных работам, определенным в рамках направления «сбор и передача данных, дистанционный мониторинг», осуществляемых в целях минимизации угроз безопасности лиц и имущества
ВВ	«Внесение веществ» - направление включает работы в целях внесения распыляемых жидких, порошкообразных, газообразных веществ, биологических объектов, иных форм и средств защиты растений, связывания грунтов и нейтрализации разлива нефтепродуктов
ЛОГ	«Аэрологистика» - направление включает работы по перевозке любого вида груза в фюзеляже беспилотного воздушного судна, во внешнем контейнере или на внешней подвеске
РСВ	«Работы по обеспечению связью» - в направлении представлены такие работы, как оперативная организация фрагментов сетей подвижной радиосвязи, ретрансляция оптических сигналов и радиосигналов
ОБРС	«Образовательная и спортивная деятельность» - в направлении представлены беспилотные авиационные системы, применяемые для развития инженерных компетенций у школьников и студентов. В направление не входит применение беспилотных авиационных систем в процессе летной практики при обучении внешних пилотов
ВИ	«Визуальные инсталляции» - направление включает применение беспилотных воздушных судов для одиночных и групповых полетов в целях демонстрации рекламных конструкций и создания визуальных эффектов, в том числе с применением пиротехнических средств
ВН	«Внешние работы» - направление включает работы, не вошедшие в другие направления применения беспилотных авиационных систем, в том числе строительно-монтажные работы, локальную защиту объектов, санитарную обрезку

3. Критерии эффективности

В современной деловой практике главенствующим критерием при оценке эффективности хозяйственной деятельности традиционно выступает стоимость. Данный подход является фундаментальным для финансового менеджмента. Однако при рассмотрении проектов, связанных с глубокой технологической трансформацией (в частности, замена наземной доставки на авиационную, переход с пилотируемой авиации на беспилотную, внедрение роботизированных комплексов в строительстве или лесном хозяйстве), опора исключительно на стоимостной показатель приводит к методологическим ошибкам.

Такой подход упускает из виду системные эффекты. Для более точной оценки эффективности важно проанализировать изменения **всего** бизнес-процесса и связанных с ним эффектов.

3.1. Неценовые критерии.

Сформулируем критерии, которые влияют на конечную стоимость непрямым образом, но создают, прежде всего, операционную или клиентскую ценность какого-либо инструмента или метода (технологии). Все приводимые ниже обозначения критериев не являются строго утвержденными и используются исключительно для иллюстрации подходов к оценке эффективности в рамках данной работы.

Отметим, что каждый из критериев применим избирательно для различных областей применения и видов работ.

Критерии времени:

$T_{\text{под}}$ – время подготовки традиционного или нового средства/технологии выполнения целевой задачи к рабочему применению;

$T_{\text{вып}}$ – время выполнения целевой задачи традиционным методом или с применением нового инструмента/технологии;

$T_{\text{дан}}$ – время, требуемое на обработку информации, полученной традиционным методом или с применением нового инструмента/технологии.

Критерии качества:

Точность – точность, детализация, разрешение – под этим обозначением следует понимать како-либо из критериев качества, характерный для области применения. Например СПДМ, в которой БВС позволяют получить недостижимые с пилотируемых ВС разрешения или детализацию снимков.

Объем – критерий сравнения эффективности в сегменте СПДМ, который характеризуется объемом данных, которые БВС или традиционное средство получают за равный промежуток времени с равной единицы площади или длины исследуемого объекта;

Расход – применимый для сегмента ВВ критерий расхода средств защиты растений.

Критерии административной нагрузки:

ДопЭкс – интегральная оценка затрат времени и средств на допуск к эксплуатации традиционного (например, автомобиль или ПВС) и инновационного средства, а именно БАС.

ДопДеят – интегральная оценка затрат времени и средств на допуск к деятельности предпринимателя, использующего традиционные (например, автомобиль или ПВС) и инновационные средства, а именно БАС.

Права – интегральная оценка затрат времени и средств на получение официального документа, дающего право физическому лицу (например, вашему работнику) осуществлять эксплуатацию традиционного (например, автомобиль или ПВС) и инновационного средства, а именно БАС.

Критерии уровня риска:

Погода – интегральный критерий, характеризующий уровень зависимости традиционного (например, автомобиль или ПВС) или БВС от метеопараметров и одновременно уровень критичности такой зависимости для конкретно вашего бизнес-процесса. Определяется как характеристиками традиционного средства или БВС, так и возможностью выбрать (ждать) момент начала целевого применения.

РЭБ – интегральный критерий, характеризующий уровень зависимости традиционного (например, автомобиль или ПВС) или БВС от нарушения целостности спутникового навигационного поля или иных помех в радиоэфире и одновременно уровень критичности такой зависимости для конкретно вашего бизнес-процесса. Определяется как характеристиками традиционного средства или БВС, так и возможностью выбрать (ждать) момент начала целевого применения.

3.2. Ценовые критерии

Как и неценовые, эта группа критериев будет иметь разные весовые коэффициенты не только для разных областей применения и видов работ, но и для каждой организации и даже объекта/маршрута/задачи.

Любой вывод о превосходной экономической эффективности или об абсолютной неэффективности какого-либо инновационного инструмента – **несостоятелен без** накопления большого объема статистических измерений на достаточно длительном промежутке времени в надлежащей полноте сценариев применения.

Стоимость летного часа – один из наиболее часто используемых критериев сравнения стоимости применения БВС и ПВС или даже для сравнения стоимости БВС и наземных транспортных средств. Простое сравнение стоимости часа без оценки качественных эффектов представляется некорректным.

Например, в начале применения легких гражданских БВС в сегменте СПДМ в период с 2006 по 2013 годы стоимость летного часа редких тогда БВС была сравнима со стоимостью летного часа пилотируемых ВС с летчиком-наблюдателем. Эволюция полезных нагрузок и самих БАС позволила получить преимущество в объеме и точности данных, которые мог добыть БВС в сравнении с ПВС за единицу времени. Это запустило расширение применения, снижение стоимости владения инструментом и снижение стоимости летного часа.

Стоимость килограмм/километр – также часто используемый критерий сравнения стоимости перевозки грузов. Оценка только по одному этому критерию также является неточной без оценки операционной эффективности.

4. Методики расчета

В качестве методики оценки эффективности применения традиционных средств и технологий в сравнении с БАС обоснованно использовать универсальный подход сложения средних значений по группам критериев, умноженных на весовой коэффициент значимости группы критериев:

$$\text{Эффект} = \sum_{i=0}^n (\text{СрЗнач}_i * \text{Кзнач}_i),$$

Где **СрЗнач** – среднее значение по группе критериев

Кзнач – весовой коэффициент значимости критерия в конкретном бизнес-процессе, определяемый самостоятельно субъектом деятельности
i – критерии: время, качество, процедура, риски, стоимость.

Такую методику можно выразить в формате таблицы следующего вида:

Таблица №1. Пример таблицы для расчета оценки эффективности

Критерии		Значение	Вес критерия %	Значение с учетом веса	Среднее
Время	Тпод				
	Твып				
	Тдан				
Качество	Точность				
	Объем				
	Расход				
Процедуры	ДопЭкс				
	ДопДеят				
	Права				
Риски	Погода				
	РЭБ				
Стоимость	Стоим ЛЧ				
	Стоим Кг/Км				
ИТОГО					

Предлагаемый подход прост, нагляден, и позволяет включать дополнения, характерные или существенные для каждого конкретного предприятия и бизнес-сценария.

5. Методика определения стоимости для БАС

Как уже отмечено выше, стоимость применения БАС оценивается, как правило, простым вычислением стоимости летного часа или стоимости перевозки одного килограмма груза на один километр.

Оценка эффективности **только** по ценовому критерию не является корректной. Для полной оценки эффективности необходимо учитывать дополнительные эффекты, возникающие с применением новых средств или технологий, а также синергетические эффекты в связанных бизнес-процессах.

Стоимость **летного часа** в усредненном подходе складывается из следующих слагаемых:

- Стоимость БАС

- Предельный срок эксплуатации БАС
- Стоимость ТОиР
- Число ТОиР за срок эксплуатации
- Назначенный ресурс
- Объем эксплуатации (часы или километры)
- Численность и ФОТ персонала
- Стоимость страхования
- ГСМ
- Накладные расходы при эксплуатации

В свою очередь, каждое из слагаемых напрямую зависит от эффекта масштаба. Например, если распределить всю стоимость разработки и подготовки производства на опытную партию из **пяти БВС** вертолетного типа с грузоподъемностью 100 кг, то каждый экземпляр будет стоить порядка 400 миллионов рублей, что в существующем **фрагментарном** применении невозможно амортизировать за 5 лет эксплуатации с сохранением конкурентной цены в логистике.

Однако, при производстве даже небольшой партии в 50 БВС, цена каждого упадет в 5 раз, поскольку снижается не только доля амортизируемой стоимости разработки, но и доля составляющей на ФОТ, ТОиР, страхование. Кроме того, производитель разумно снижает производственную наценку, будет видеть долгосрочную загрузку производства. В этом случае цены на логистику на БВС снизятся намного ниже текущих традиционных методов перевозки, особенно в сегменте оперативной малогабаритной доставки (15-200 кг).

Еще сильнее на ценообразование конечной услуги влияет масштабирование рынка, а именно - увеличение количества летных часов коммерческой эксплуатации.

Рассмотрим это на примере расчета стоимости перевозки груза в беспилотной аэрологистике.

5.1. Стоимость аэрологистики на БВС

Устоявшееся измерение ценовой эффективности перевозки грузов любым видом транспорта выражается через формулу:

$$\text{Эффективность} = C * M * L$$

Где C – стоимость услуги за 1 кг*км в рублях,
 M – масса груза,
 L – дистанция перевозки.

Таблица №2. Иллюстрация изменения полной стоимости перевозки 10 кг груза при изменении цены перевозки одного килограмма от 0,5 рубля до 5 рублей за кг*км .

Стоимость услуги за 1 кг*км , руб.	Масса груза груз	Дистанция	Сумма за услугу
0,5	10	100	500
1	10	100	1000
2	10	100	2000
5	10	100	5000

Для оценки эффективности рассмотрим стоимость перевозки грузов железнодорожным, автомобильным и вертолетным транспортом.

Данные о стоимости существенно разнятся в зависимости от источника. Так, на заседании Рабочей группы Экспертного совета Комитета Государственной Думы Российской Федерации по промышленности и торговле по авиационной промышленности и Комитета по авиационной промышленности Союза машиностроителей России представителями Федерального центра беспилотных авиационных систем (ФЦ БАС) были названы следующие значения:

- самым дешевым по стоимости перевозки одного килограмма на километр в мире считается **железнодорожный** транспорт с диапазоном от **0,05 до 0,25** рублей за кг*км .
- сборные **автомобильные** грузы имеют стоимость перевозки в диапазоне **0,3 до 0,8** рубля за кг*км .
- авиационные перевозки, например, **вертолетным** транспортом колеблются в диапазоне цен от **1,5 до 7** рублей за кг*км , в зависимости от срочности и массы груза.

Вид транспорта/ Сегмент	Индикативная стоимость (руб./кг за 1 км)
Железнодорожный транспорт (повагонные отправки)	0,05-0,25
Автомобильные грузоперевозки (сборные грузы)	0,3-0,8
Ozon (e-commerce, полная логистика)	50-100 руб. за 1 кг (включая все операции)
Почта России (посылки)	0,5-1,5
Авиация (регулярные грузовые рейсы)	1,5-3,5
Авиация (вертолеты, вне расписания)	2-7
Беспилотные авиационные системы (БАС) - легкие мультироторные	оценочно 10-50+ (пилотные проекты)
БАС вертолетного типа (ВТ-440) - текущая операционная стоимость	10-15
БАС вертолетного типа (ВТ-440) - целевой ориентир рентабельности	5-6
БАС вертолетного типа - перспективный расчет (с оптимизацией)	3,8 (без субсидии) 2,2 (с субсидией)

Таблица №3. Стоимость грузоперевозок по информации ФЦ БАС

Вместе с тем стоимость перевозок, оцениваемая одной из крупнейших логистических компаний в России, пожелавшей не раскрывать свое наименование в отчете, содержит следующие значения:

АВТО до 1,5 т	0,0613
АВТО до 5 т	0,0216
АВТО до 10 т	0,0087
АВТО до 20 т	0,0033
АВИА Магистральные маршруты	0,0410
АВИА Региональные маршруты	0,7810
АВИА Местные маршруты	2,5720
Последняя миля/Курьер	4,8000

Таблица №4. Стоимость грузоперевозок по информации логистического оператора

Чаще всего в диалоге с эксплуатантом БАС потенциальный заказчик логистических услуг называет или усредненную цену килограмма на всем маршруте, или минимальную автомобильную, с которой БВС конкурировать не может.

Для составления методики оценки эффективности БАС на примере аэрологистики мы принимаем несколько допущений и объективных входных данных, полученных из практического анализа жизненного цикла лучшей отечественной БАС в составе с БВС вертолетного типа.

Допущения (на основе опыта Ассоциации Аэронекст):

- 1) Разработчик-изготовитель реализует партию из 10 БАС, за счет которой полностью окупает все затраты на разработку, включая изготовление и испытание опытных образцов, подготовку производства, изготовление реализуемой партии. В стоимость сделки по реализации 10 БАС включена наценка 15% на все затраты.
- 2) Грузоподъемность БВС = 100 кг, крейсерская скорость 100 км/ч.

Таблица №5. Расчет стоимости БАС при полной амортизации производства.

Разработка + Изготовление	1	Стоимость разработки (вкл. оборудование)	1 500 000 000,00
	2	ФОТ на изготовление 1 БАС	3 000 000,00
	3	Стоимость комплектующих на 1 БАС	30 000 000,00
	4	Кол-во БВС в продаваемой партии	10,00
	5	Наценка, %	15%
	6	Наценка, руб.	274 500 000,00
	7	Цена БАС отпускная	210 450 000,00

Суммы, указанные в пунктах 1,2,3 таблицы №3 достоверны и получены от российского разработчика БАС в составе с БВС с максимальной взлетной массой более 30 кг. Таким образом, распределив затраты и наценку по партии из 10 БАС получаем стоимость одного экземпляра равной **210 450 000** рублей. Предположим, что даже по такой цене партию из 10 БАС приобретает сторонний эксплуатант.

Допущения:

- 3) Ставка платежей по лизингу = **15%**.
- 4) Ставка страхования (примем суммарно для обязательного и добровольного) = **15%**.

- 5) Накладные расходы (содержание административного аппарата, ГСМ, аэронавигационные сборы, метео, транспорт и т.д.) = **10%** от стоимости всего парка БВС за весь срок эксплуатации.
- 6) Предельный срок эксплуатации = 5 лет или **1825 дней**. За этот срок независимо от состояния летной годности за его пределами эксплуатант должен окупить приобретенную партию БАС и извлечь прибыль.
- 7) Периодичность ТОиР составляет два раза в год, или **10 раз** за срок эксплуатации со стоимостью **3 500 000 рублей** за одну процедуру ТОиР одного экземпляра БАС, независимо от налета.
- 8) Примем ФОТ одного специалиста по эксплуатации БАС равной **10 000 рублей** со всеми налогами в смену, независимо от количества часов в смене.

Сведем все данные в электронную таблицу с формулами, которые покажут нам следующий расчет:

Таблица №6. Расчет амортизируемой стоимости партии БАС и возможной выручки в сутки.

Эксплуатация	8	ИТОГО стоимость парка приобретенных БАС	2 104 500 000,00
	9	Срок эксплуатации БАС, дней	1 825,00
	10	Число ТОиР за срок эксплуатации	10,00
	11	Стоимость одного ТОиР, руб.	3 500 000,00
	12	ИТОГО стоимость всех ТОиР	350 000 000,00
	13	Ставка страхования (в среднем ответственность + повреждение/утрата), %	15%
	14	ИТОГО стоимость страхования парка БВС за весь срок	315 675 000,00
	15	Накладные расходы (ГСМ, сборы, метео, транспорт) от стоимости всего парка БВС в сутки, %	10%
	16	ИТОГО накладные за парк за весь срок, руб.	210 450 000,00
	17	Лизинговые, кредитные платежи, % от стоимости парка	10%
	18	ИТОГО лизинг	210 450 000,00
	19	ИТОГО требуется заработать за срок эксплуатации	3 191 075 000,00
	20	Летных часов в смену	4,00
	21	Летных смен в сутки	2,00
22	Численность персонала в смене	5,00	
23	ФОТ персонала в смене, руб.	50 000,00	

	24	ИТОГО ФОТ в сутки	100 000,00
	25	ИТОГО амортизируемая сумма на парк БВС в сутки, руб.	319 207 500,00
	26	Средняя масса перевозимого груза на 1 БВС, кг	100,00
	27	Дистанция перевозки за 1 час (км/ч) на 1 БВС, км	100,00
	28	ИТОГО масса груза в час на парк БВС, кг	1 000,00
	29	ИТОГО масса груза в смену парк БВС, кг	4 000,00
	30	ИТОГО масса груза в сутки парк БВС, кг	8 000,00
	31	ИТОГО дистанция в сутки на парк БВС, км	8 000,00
	32	Стоимость кг/км, руб.	5,00
	33	Итого, выручка на парк БВС в сутки, руб.	320 000 000,00

Расчеты показывают, что для окупаемости проекта за пятилетний срок без какой-либо прибыли ежедневная выручка эксплуатанта должна быть равна **319 207 500** рублей. Цифра огромная и на данный момент недостижимая ни одной из компаний в области беспилотной аэрологистики.

Однако, если все БВС выполняют ежедневно перевозку 100 кг груза в течение 8 часов на 100 км ежедневно (в расчете 2 смены по 4 часа = 10 человек ФОТ), то при стоимости 5 рублей за килограмм*километр выручка от реализации услуг начинает превышать затраты.

Промоделируем еще несколько конфигураций проекта, различных по стоимости и масштабу рынка.

Таблица №7. Расчет окупаемости эксплуатации на партии из 20 БАС

Разработка + Изготовление	1	Стоимость разработки (вкл. оборудование), руб.	1 500 000 000,00
	2	ФОТ на изготовление 1 БАС, руб.	3 000 000,00
	3	Стоимость комплектующих на 1 БАС, руб.	30 000 000,00
	4	Кол-во БВС в продаваемой партии	20,00
	5	Наценка, %	15%
	6	Наценка, руб.	324 000 000,00
	7	Цена БАС отпускная, руб.	124 200 000,00

Эксплуатация	8	ИТОГО стоимость парка приобретенных БАС, руб.	2 484 000 000,00
	9	Срок эксплуатации БАС, дней	1 825,00
	10	Число ТОиР за срок эксплуатации	10,00
	11	Стоимость одного ТОиР, руб.	3 500 000,00
	12	ИТОГО стоимость всех ТОиР, руб.	700 000 000,00

13	Ставка страхования (в среднем ответственность + повреждение/утрата), %	15%
14	ИТОГО стоимость страхования парка БВС за весь срок, руб.	372 600 000,00
15	Накладные расходы (ГСМ, сборы, метео, транспорт) от стоимости всего парка БВС в сутки, %	10%
16	ИТОГО накладные за парк за весь срок, руб.	248 400 000,00
17	Лизинговые, кредитные платежи, % от стоимости парка	10%
18	ИТОГО лизинг, руб.	248 400 000,00
19	ИТОГО требуется заработать за срок эксплуатации, руб.	4 053 400 000,00
20	Летных часов в смену	4,00
21	Летных смен в сутки	2,00
22	Численность персонала в смене	5,00
23	ФОТ персонала в смене, руб.	50 000,00
24	ИТОГО ФОТ в сутки, руб.	100 000,00
25	ИТОГО амортизируемая сумма на парк БВС в сутки, руб.	202 770 000,00
26	Средняя масса перевозимого груза на 1 БВС, кг	100,00
27	Дистанция перевозки за 1 час (км/ч) на 1 БВС, км	100,00
28	ИТОГО масса груза в час на парк БВС, кг	2 000,00
29	ИТОГО масса груза в смену парк БВС, кг	8 000,00
30	ИТОГО масса груза в сутки парк БВС, кг	16 000,00
31	ИТОГО дистанция в сутки на парк БВС, км	16 000,00
32	Стоимость кг/км, руб.	1,00
33	Итого, выручка на парк БВС в сутки, руб.	256 000 000,00

Из моделирования параметров видно, что при масштабировании рынка всего **в два раза** и увеличении партии БАС до **20 экземпляров** все звенья жизненного цикла сохраняют рентабельность даже при снижении стоимости перевозки **в пять раз** (до 1 рубля за кг*км).

И эта цена перевозки на БВС (1 рубль за килограмм на километр) еще не сравнима с автоперевозкой, но уже приближена к стоимости авиаперевозки на региональном маршруте.

Дальнейшее моделирование показывает конфигурацию параметров, при которых стоимость перевозки груза на БВС может быть снижена еще в 10 раз. Оптимизированные параметры отмечены зеленой заливкой.

Таблица №8. моделирование оптимальных параметров

Разработка + Изготовление	1	Стоимость разработки (вкл. оборудование), руб.	1 000 000 000,00	
	2	ФОТ на изготовление 1 БАС, руб.	3 000 000,00	
	3	Стоимость комплектующих на 1 БАС, руб.	30 000 000,00	
	4	Кол-во БВС в продаваемой партии	50,00	
	5	Наценка, %	15%	
	6	Наценка, руб.	397 500 000,00	
	7	Цена БАС отпускная, руб.	60 950 000,00	
Эксплуатация	8	ИТОГО стоимость парка приобретенных БАС	3 047 500 000,00	
	9	Срок эксплуатации БАС, дней	1 825,00	
	10	Число ТОиР за срок эксплуатации	5,00	
	11	Стоимость одного ТОиР, руб.	3 500 000,00	
	12	ИТОГО стоимость всех ТОиР, руб.	875 000 000,00	
	13	Ставка страхования (в среднем ответственность + повреждение/утрата), %	10%	
	14	ИТОГО стоимость страхования парка БВС за весь срок, руб.	304 750 000,00	
	15	Накладные расходы, %	10%	
	16	ИТОГО накладные за парк за весь срок, руб.	304 750 000,00	
	17	Лизинговые, кредитные платежи, % от стоимости парка	5%	
	18	ИТОГО лизинг, руб.	152 375 000,00	
	19	ИТОГО требуется заработать за срок эксплуатации, руб.	4 684 375 000,00	
	20	Летных часов в смену	6,00	
	21	Летных смен в сутки	2,00	
	22	Численность персонала в смене	5,00	
	23	ФОТ персонала в смене, руб.	50 000,00	
	24	ИТОГО ФОТ в сутки, руб.	100 000,00	
	25	ИТОГО амортизируемая сумма на парк БВС в сутки, руб.	93 787 500,00	
	26	Средняя масса перевозимого груза на 1 БВС, кг	50,00	
	27	Дистанция перевозки за 1 час (км/ч) на 1 БВС, км	100,00	
	28	ИТОГО масса груза в час на парк БВС, кг	2 500,00	
	29	ИТОГО масса груза в смену парк БВС, кг	15 000,00	
	30	ИТОГО масса груза в сутки парк БВС, кг	30 000,00	
	31	ИТОГО дистанция в сутки на парк БВС, км	60 000,00	
	32	Стоимость кг/км, руб.	0,10	

	33	Итого, выручка на парк БВС в сутки, руб.	180 000 000,00
--	----	--	----------------

Очевидно, при масштабировании рынка до регулярной загрузки парка из 50 БВС, даже при уменьшении массы груза до 50 кг – выручка эксплуатанта может быть вдвое выше суммы амортизируемых затрат по проекту.

6. Методика определения стоимости для традиционных средств

Для традиционных средств (перевозка железнодорожным, автомобильным или авиатранспортом), на примере грузоперевозки, может быть применена аналогичная методика калькуляции и амортизации всех затрат на каком-либо конечно количестве объектов эксплуатации.

Принципиальных отличий, связанных со спецификой разработки-изготовления или эксплуатации будет немного, все они могут быть учтены при расчетах.

Использование предложенной методики для традиционных средств легко даст ответ на вопрос – сколько будет стоить перевозка груза фурой или пилотируемым вертолетом, например, МИ-8, если всю стоимость разработки и изготовления распределить по партии в 10-50 экземпляров.

При определении стоимости для традиционных средств важно учитывать следующий фактор – вышеозначенные цены перевозки груза автомобильным транспортом верны только **при полной загрузке** автомобиля. Если же сравнивать идентичные массы, то перевозка груза массой 100 кг на автомобиле, который должен везти 1500 кг будет дороже как минимум в 15 раз и составит с учетом значений рисунка 2 уже **0,919 рубля** за килограмм*километр.

7. Пути снижения себестоимости

Вышеприведенная методика уже содержит в себе достаточно много факторов, влияние на которые будет в целом снижать себестоимость бизнес-процессов и стоимость конечной услуги.

Есть и другие факторы снижения себестоимости, в частности оптимизация процедур, связанных с этапом разработки, включая

лицензирование, обязательную сертификацию (сертификация типовой конструкции), допуск к пробным облетам.

В рассмотренном примере оптимизация этих процедур позволила бы сэкономить на этапе разработки **575 дней и 377,5 миллионов рублей**, что будет показано в другом, проводимом сейчас исследовании.

8. Сравнение показателей

Используя таблицу №1 и методику, предложенную в разделе 4 сравним на примере грузоперевозки эффективность решения задачи по срочной перевозке груза массой 50 килограммов на дистанцию 200 километров на беспилотном вертолете с грузоподъемностью 100 килограммов и пилотируемом вертолете с грузоподъемностью 2000 килограммов.

Ранее установленные критерии при этом приобретают следующие значения:

Критерии времени:

$T_{под}$ – Время подготовки. Оба воздушных судна должны пройти подготовку к полету по практически идентичному алгоритму. Однако объективно, затраты времени на осмотр и оценку состояния несущего и рулевого винтов, фюзеляжа, хвостовой и концевой балок, шасси, оборудования грузовой кабины, кабины экипажа, контроль заправки вертолета топливом, маслом и гидравлической жидкостью – для пилотируемого вертолета будут **в два раза выше**.

$T_{вып}$ – Время выполнения. В целом можно принять равным для каждого из типов воздушных судов – беспилотного или пилотируемого вертолетов.

$T_{дан}$ – не применимо для аэрологистики.

Критерии качества:

Точность – для аэрологистики точностью можно считать качественную возможность доставить груз максимально близко к получателю. В случае с вертолетом грузоподъемностью 2000 кг, требующим значительной посадочной площадки, и вертолета массой 500 кг, способного приземлиться даже в небольшом коттеджном поселке или промышленном предприятии, точность, определяемая не просто скоростью полета, но временем доставки

груза клиенту, выше на разницу во времени доставки. Примем эту разницу кратной 2.

Объем – не применимо для аэрологистики.

Расход – не применимо для аэрологистики.

Критерии административной нагрузки:

ДопЭкс – интегральная оценка затрат времени и средств на допуск к эксплуатации БВС и ПВС отличается, по нашему мнению, примерно **в 3 раза** даже в случае допуска на основании акта оценки единичного экземпляра.

ДопДеят – интегральная оценка затрат времени и средств на допуск к деятельности предпринимателя, с применением БВС и ПВС отличается, по нашему мнению, **в 2 раза**.

Права – интегральная оценка затрат времени и средств на получение официального документа, дающего право физическому лицу осуществлять эксплуатацию БВС и ПВС, также отличается, по нашему мнению, **в 2 раза**.

Критерии уровня риска:

Погода – уровень критичности зависимости более легкого БВС может показаться выше, чем для более тяжелого ПВС, однако, отсутствие пилота на борту существенно расширяет границы метеоминимумов для БВС. Кроме того, БВС способен равным образом выполнять полеты в ночное время суток или в условиях тумана/задымления, что крайне сложно и рискованно для ПВС. По нашему мнению, погодоустойчивость БВС, таким образом, превосходит ПВС **в 2 раза**.

РЭБ – в части зависимости от РЭБ, наоборот, преимущество имеет пилотируемое ВС, которое мы также экспертно оценим **в 2 раза**.

Стоимость летного часа, например, пилотируемого вертолета МИ-8, составляет **от 250 до 350 тысяч** рублей за летный час в зависимости от региона. Для беспилотного вертолета это значение колеблется **от 90 до 140 тысяч** рублей в условиях неразвитого рынка. Для заполнения таблицы примем минимальные значения, то есть летный час ПВС **в 2,7 раза** выше, чем для БВС.

Стоимость перевозки груза за килограмм*километр возьмем из ранее вычисленных значений - **0,9 рубля для ПВС при неполной загрузке и 1 рубль для БВС при неоптимальных параметрах рынка**. Для чистоты расчета примем коммерческое предложение перевозчика на ПВС в 3 раза дешевле, чем перевозчика на БВС – **0,33 рубля против одного рубля**.

Весовые коэффициенты определим из условия, что ключевым фактором в грузоперевозках является скорость доставки – **15% за критерий**.

Время подготовки составляет незначительную долю в общем времени выполнения задачи, поэтому его коэффициент примем за **10%**.

Допуск к эксплуатации, к деятельности и затраты на подготовку персонала являются разовыми, примем их влияние в размере **5%**.

Погодный фактор, позволяющий летать ночью и в туман – дает исключительное преимущество в эффективности, но оценим его в **10%**.

Влияние РЭБ существенно, но все больше БВС обладают способностью быть безопасными даже в условиях полного отсутствия навигации и связи, этот критерий оценим в **5%**.

Ценовые факторы для стоимости перевозки критичны, как и время, их вес будет также **15%**.

Итоговая таблица оценки эффективности в результате моделирования получает следующие значения:

Таблица №9. Моделирование оценки эффективности

Критерии		Значение ПВС	Значение БВС	Вес критерия %	Значение ПВС с учетом веса	Значение БВС с учетом веса	Среднее ПВС	Среднее БВС
Время	Тпод, мин	1	2	10%	1,1	2,2	1,125	1,675
	Твып	1	1	15%	1,15	1,15		
	Тдан	не важно	не важно	не важно				
Качество	Точность	1	2	15%	1,15	2,3	1,15	2,3
	Объем	не важно	не важно	не важно				
	Расход	не важно	не важно	не важно				
Процедуры	ДопЭкс	1	3	5,00%	1,05	3,15	1,05	2,45
	ДопДеят	1	2	5,00%	1,05	2,1		
	Права	1	2	5,00%	1,05	2,1		
Риски	Погода	1	2	10,00%	1,1	2,2	1,6	1,625
	РЭБ	2	1	5,00%	2,1	1,05		
Стоимость	Стоим ЛЧ, тыс.руб.	1	2,7	15,00%	1,15	3,105	2,3	2,1275
	Стоим Кг/Км, руб.	3	1	15,00%	3,45	1,15		
Итого							7,225	10,1775

Получено: расчетная эффективность БВС в **1,4 раза выше** в сравнении с ПВС.

9. Выводы

1. Моделирование рыночных и стоимостных параметров жизненного цикла БАС на этапах Разработка+Изготовление+Эксплуатация позволяет сделать вывод о возможности многократного – в 50 раз - снижения стоимости грузоперевозки на БВС при соответствующем масштабировании рынка.

2. Оценка эффективности по предложенным критериям также демонстрирует более высокую эффективность БВС в сравнении с однотипным ПВС более высокой массы, при условии сравнения задачи, применимой к БВС. Очевидно, что при перевозке массы в 2000 кг затраты времени и, соответственно операционная эффективность БВС будет многократно ниже ПВС.

3. Традиционное сравнение исключительно по цене (стоимость летного часа или килограммо-километра) с существующими технологиями (железная дорога, автомобили, пилотируемая авиация) является главной методологической ошибкой. Такой подход не учитывает операционных эффектов от внедрения БАС.

4. Проведенное моделирование для аэрологистики демонстрирует фундаментальную зависимость: **себестоимость применения БАС обратно пропорциональна масштабу производства и эксплуатации**. При штучном производстве и низком налете (парк из 10 машин) стоимость перевозки непомерно высока (до 5 руб./кг*км и выше), что делает проект убыточным. Увеличение серийности производства (с 10 до 50 машин) снижает капитальные затраты на единицу техники в разы. Рост интенсивности эксплуатации (увеличение летных часов) позволяет распределить постоянные издержки (разработка, ТОиР, страхование) на больший объем полезной работы. При достижении масштаба (парк в 50 БВС с высокой загрузкой) стоимость перевозки может снизиться до **0,1 руб./кг*км**, что делает БАС конкурентоспособным не только с авиацией, но и с наземными видами транспорта.

5. Предложенная методика пригодна для практического применения:

- Она адаптируется под конкретный бизнес-сценарий
- Раскладывает затраты традиционных средств и БАС на одинаковые составляющие (разработка, производство, эксплуатация, лизинг, ФОР).

- Наглядно демонстрирует «узкие» места, работа над которыми дает наибольший эффект в снижении себестоимости.

6. Упрощение процедурной нагрузки и сокращение времени на получение разрешений напрямую влияет на конечную цену услуги для потребителя, сокращая сроки выхода на рынок и окупаемости инвестиций, и может быть еще одним фактором в снижении стоимости услуг, выполняемых с помощью БАС.

7. БАС могут быть конкурентоспособны с традиционным транспортом: при достижении определенных масштабов (рыночных и производственных) беспилотная аэрологистика на БВС способна выйти на ценовой диапазон **0,1 – 1,0 руб./кг*км.**