

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Карпов А.Е., Клочков В.В.

*НИЦ Институт им. Н.Е. Жуковского,
Россия, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1
fansy95@mail.ru, vlad_klochkov@mail.ru*

Аннотация: предложен методологический подход к оценке эффективности применения беспилотных авиационных систем для формирования распределенных гибких производственно-логистических систем. Обоснованы условия, в которых именно особенности беспилотных авиационных систем могут способствовать переходу к новой, более эффективной организации производства в различных отраслях экономики.

Ключевые слова: производственно-логистические системы, сетевая структура, эффективность, беспилотные летательные аппараты, стоимость грузоперевозок, оптимальная грузоподъемность.

Задача исследования – определить условия, при которых технико-экономические особенности беспилотных летательных аппаратов (БЛА), используемых в грузоперевозках, могут быть наиболее значимыми с точки зрения организации производства в различных отраслях.

Рассматриваются следующие альтернативные варианты отраслевой структуры экономики:

- традиционная вертикально интегрированная организация предприятий, на каждом из которых реализуется полный цикл производства продукции,
- и сетевая организационная структура, в которой взаимодействуют поставщики готовой продукции (системные интеграторы) и специализированные поставщики компонентов или производственных услуг (центры специализации).

Сетевая организационная структура обладает рядом преимуществ перед традиционной. Поскольку специализированные поставщики, как правило, немногочисленны, и обеспечивают своей продукцией нескольких системных интеграторов, имеет место концентрация производства однородных компонентов или производственных услуг. Это, в свою очередь, позволяет пользоваться экономией на масштабах, эффективно применять высокопроизводительное оборудование (в т.ч. автоматизированное) и более прогрессивные технологии.

В то же время сетевые отраслевые структуры порождают новые риски, поскольку в них появляется множество рынков промежуточных продуктов. При этом возникают высокие контрактные риски и транзакционные издержки. Как показывает практика, несмотря на очевидное «технологическое» преимущество сетевой организации производства перед традиционной, первая может быть жизнеспособной лишь в том случае, если можно быстро и дешево сменить контрагента. Это обеспечивается модульной архитектурой изделий, а также современными информационными технологиями – в первую очередь:

- облегчающими и удешевляющими транзакции, поиск партнеров и заключение контрактов,
- и ускоряющими при необходимости освоение выпуска компонентов или производственных услуг по спецификациям конкретных заказчиков (что требует электронного описания изделия и технологий его производства, а также автоматизированного производственного оборудования, чаще с числовым программным управлением, ЧПУ).

Подробнее об этих классах информационных технологий см. [2]. Иначе говоря, сетевые структуры требуют высокой гибкости кооперационных связей между специализированными поставщиками и системными интеграторами.

Сетевая отраслевая структура почти автоматически подразумевает распределенную организацию производства, поскольку специализированные поставщики и системные интеграторы могут располагаться в разных местах. Разумеется, обмен компонентами и полуфабрикатами, незавершенной продукцией между «узлами» таких сетей возможен лишь при наличии соответствующих средств транспорта. Причем, перевозки должны быть относительно дешевыми, чтобы выгода от концентрации однородных производств превысила сумму транзакционных и транспортных издержек.

В экономической науке разработаны методы оценки эффективности сетевой организации производства по сравнению с традиционной, вертикально интегрированной. Для обоих вариантов организационной структуры сопоставляются полные издержки на выпуск определённого объема продукции в отрасли, с учетом как собственно себестоимости производства всех необходимых компонентов и производственных услуг, так и транзакционных и транспортных издержек, а также контрактных рисков, возникающих в сетевых структурах (см, например, работу [1]). Можно оценить пороговые параметры, характеризующие транспортные и информационные технологии (стоимость и длительность смены контрагентов, стоимость и длительность перевозки компонентов и полуфабрикатов между предприятиями), при которых переход к сетевой структуре будет эффективным.

В связи с изложенным представляет интерес влияние новых технологических возможностей в сфере транспорта на эффективность производства при сетевой отраслевой организации. Здесь в центре внимания – возможности, предоставляемые БЛА, которые, как ожидается, будут широко использоваться не только в традиционных сегодня задачах мониторинга, но и в логистике, в грузовых перевозках. Их применение в сетевых производственно-логистических системах может быть актуально для перевозки между предприятиями комплектующих изделий, полуфабрикатов (продукции, незавершенной производством). Но прежде всего необходимо уточнить набор преимуществ БЛА перед альтернативными транспортными средствами, как наземными, так и воздушными. По сравнению с пилотируемыми летательными аппаратами БЛА, благодаря отсутствию экипажа на борту, способны существенно сократить стоимость перевозок. Причем, их преимущество резко возрастает по мере уменьшения грузоподъемности. Если принять массу пилота и необходимых средств жизнеобеспечения равной 100 кг, то очевидно, что при грузоподъемности порядка 100 кг и, тем более, ниже – порядка 10 или даже нескольких кг – затраты на полет воздушного судна практически не сократятся по мере сокращения грузоподъемности. В то же время, для БЛА по мере сокращения потребной грузоподъемности возможно значимое сокращение взлетной массы, габаритов, потребной мощности силовой установки и расхода энергии, и т.п. При миниатюризации воздушного судна проще обеспечить возможность вертикального взлета и посадки, весьма актуальную с точки зрения снижения затрат на наземную инфраструктуру.

Следовательно, можно предварительно полагать, что наиболее значимые преимущества грузовые БЛА обеспечивают при доставке малых партий грузов – порядка 100 кг или менее. Как правило, современные и перспективные БЛА, которые могут применяться в грузовых перевозках, развивают крейсерские скорости до 200-300 км/ч, иногда даже не более 100 км/ч. Но ее повышение не столь значимо с точки зрения сокращения общего времени доставки, поскольку большее значение может иметь интервал между рейсами, ожидание очередной партии грузов [3]. И здесь значима именно малая грузоподъемность беспилотных ВС при относительно низких (по сравнению с пилотируемыми воздушными судами) удельных транспортных издержках в расчете на килограммо-километр

транспортной работы. При этом характерные дальности полета могут быть в пределах 1000 км. При больших расстояниях между предприятиями-контрагентами перевозки между ними могут осуществляться мультимодальным образом, т.е. на магистральных участках маршрута может быть выгоднее воспользоваться регулярными грузовыми и почтовыми линиями. Таким образом, суммарное время доставки груза, как правило, остается в пределах суток.

Остается, вернувшись к экономико-математическим моделям отраслевых структур, определить, в каких случаях будут наиболее значимы преимущества грузовых БЛА как средств доставки компонентов и полуфабрикатов. Разумеется, в разных отраслях промышленности и народного хозяйства характерные массы и потоки комплектующих и готовых изделий, серийность их выпуска и соответствующие грузопотоки между предприятиями могут отличаться даже по порядку величины (в случае сетевой структуры). Однако можно описать область условий, в которых особенности грузовых БЛА могут оказаться решающими при переходе к прогрессивным организационным структурам.

Если грузопотоки между предприятиями в сетевой структуре регулярны, их кооперация длится значительное время, порядка года и более, это означает возможность и не прибегать к использованию БЛА в логистике. Можно постепенно накапливать на складах компоненты или полуфабрикаты, заполняя соответствующими грузами и более крупные транспортные средства – воздушные, наземные, водные – которые, скорее всего, обеспечат гораздо более низкую себестоимость доставки грузов (в расчете на килограммо-км), чем малоразмерные БЛА. При этом потребителям готовой продукции будет неважно, что компоненты изделия провели в ожидании поставки даже несколько месяцев. Ограничителем в таком «стационарном» режиме могут выступить, разве что, финансовые соображения. Если подлежащие перевозке компоненты или полуфабрикаты являются настолько дорогостоящими, что потери из-за омертвления вложенного в них капитала (даже за долю года) превысят прирост транспортных издержек при переходе к малоразмерным БЛА, тогда следует обмениваться малыми партиями грузов, соответствующими оптимальному диапазону грузоподъемности БЛА.

Однако применение БЛА в логистике может принести положительный эффект и в иных случаях, лишь бы подлежащие перевозке изделия имели массу, не превышающую порог эффективности БЛА (т.е. порядка 100-1000 кг, или даже меньше). Гибкость связей в сетевой структуре позволяет формировать, фактически, уникальные распределенные производственно-логистические системы «под» конкретные проекты (типы готовой продукции) или даже заказы. Можно перейти к производству сложной продукции по индивидуальным заказам, создавая под каждый из них уникальное *виртуальное производственное объединение*. Т.е. под конкретный заказ подбирается уникальный состав специализированных поставщиков компонентов и производственных услуг. Разумеется, такое «гибкое производство» дороже обычного серийного выпуска продукции «в базовой комплектации». Чтобы оно стало экономически выгодным, потребители должны быть готовы заплатить премию к цене изделия, отражающую плату за срочность и индивидуальность их заказа. Можно определить пороговый уровень стоимости килограммо-километра грузовых БЛА, при котором переход к гибкому производству сложных изделий по индивидуальным заказам становится оправданным. Задаваясь параметрами таких аппаратов, хотя бы и рекламными или гипотетическими, можно решать и обратную задачу – прогнозировать экономическую эффективность применения таких БЛА в составе распределенной производственно-логистической системы, оперативно удовлетворяющей индивидуальный спрос на сложные изделия в различных комплектациях и версиях.

Литература

1. Байбакова Е.Ю., Клочков В.В. Экономические аспекты формирования сетевых организационных структур в российской наукоемкой промышленности // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». 2010. С. 697-721.
2. Клочков В.В. CALS-технологии в авиационной промышленности: организационно-экономические аспекты / М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – 124 с.
3. Карпов А.Е., Клочков В.В. The Prediction of Transport-Logistics Systems Based on Unmanned Aerial Vehicles Creation Efficiency / Proceedings of the 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD). М.: IEEE, 2018. С. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551860>.