

ЭЛЕКТИВНЫЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ГИБРИДНЫХ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ¹

Рожнов А.В.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия
rozhnov@ipu.ru

Аннотация. Предложен к обсуждению ряд вводных положений элективного подхода при описании первичного поиска интеграционных решений в высокотехнологичных отраслях. В ходе комплексных исследований аллокативной эффективности обосновываются гибридные модели анализа среды функционирования.

Ключевые слова: аллокативная эффективность, анализ среды функционирования, высокие технологии, гибридные модели, инженерия знаний, интеграционная платформа, мезосистемная интеграция.

Введение

В работе предлагается к обсуждению развитие основ и видение поиска при **обобщении практик интеллектуализации функциональных задач обработки данных** в ходе обсуждения и пролонгации текущих поисковых исследований **прекурсоров передовых технологий** высокотехнологичных отраслей [1-11]. Обоснование вариантов опорных интеграционных решений при предварительной оценке эффективности различного рода сложных систем и высоких технологий преимущественно сосредоточено на апробации **новых возможностей** инструментальной технологии **анализа среды функционирования (Data envelopment analysis, DEA)** [1]. Представляется аспект **непараметрического описания** сценариев и внешнего дополнения посредством оригинальной единой производственной номенклатуры гибридных моделей для частных примеров авиакосмической отрасли [6, 7, 10, 11].

Целевая установка элективного [избирательного] подхода соответствует инициативе, направленной на дальнейшее совершенствование приёмов **инженерии знаний** [англ. *knowledge-based engineering*] в ходе детализации и обосновании разрешимости исходных фундаментальных вопросов **технической самоорганизации** путём реорганизации ресурсной обеспеченности процессов проактивного управления сложных систем, оценивания эффективности перераспределения возможностей на основе концептуальных представлений автономных и полуавтономных функций интеграционных платформ в условиях **модификации ограничений**, а также **новых условий** инновационного потенциала **первазивной информатики** и приложений информационных технологий в гипотетических примерах будущего авиакосмической отрасли. Обсуждаются некоторые тенденции конвергенции технологий **ультрасложных систем** [англ. *ultra-large-scale systems*], характерные особенности применения инверсных моделей анализа среды функционирования в контексте сопутствующей **мезосистемной интеграции**, в том числе и при обособлении **минимально жизнеспособного продукта**. И, в конечном итоге, всё это, несомненно, также будет способствовать достижению наилучших значений показателей эффективности в развитой среде функционирования подобных систем при формировании перспективной архитектуры пополняемого пула компонентов **гибридной среды оптимизационного моделирования** для более детальной проработки локализованных гибридных моделей **исследовательского поиска** [англ. *exploratory search*] и сопутствующих экспериментальных изысканий в контексте вопросов специализированного аудита и регулирования государственно-частного партнёрства в перспективных инвестиционных проектах авиакосмических исследований, а также всесторонней поддержки прикладных социально-образовательных новаций.

Актуальность исследований на текущем этапе работы заключается в систематизации новых возможностей **исследования операций** с адаптацией и проработкой содержания в контексте оценки эффективности новых представлений высокотехнологичных отраслей, имеющих важное значение при последующей формализации семантических значений **элементов когнитивных архитектур** [2].

Итак, основываясь на обсуждении идей научно-методического задела (в том числе в ряде докладов на нашей секции **Мониторинг в управлении развитием крупномасштабных систем**), выделим обусловленное внешними ситуативными потребностями видение первоочередных представлений взаимоувязанных и вложенных задач комплексного исследования с позиций обобщения практик

¹ Исследование выполнено частично за счёт гранта Российского научного фонда № 23-11-00197, <http://rscf.ru/project/23-11-00197/>

интеллектуализации функциональных задач обработки данных и предварительной оценки эффективности с использованием *гибридных моделей анализа среды функционирования (DEA)*.

1. Формирование элективного подхода описания и оценивания эффективности

Наличие лидирующих позиций в фундаментальных и прикладных исследованиях *расширенного авторского коллектива* при взаимодействии с ведущими инженерными школами (В.Е. Кривоножко, НИТУ МИСиС), а также практики ведения Общественного научно-практического семинара «Проблемы управления АРТК» (ИПУ РАН) позволят утверждать о востребованности гибридных моделей технологии *анализа среды функционирования (Data envelopment analysis, DEA)*. Так, при ранее осуществлённом *обзоре сопоставимых достижений в предметной области DEA*, как в рамках этого доклада, так и при зарубежной апробации основные усилия будут сосредоточены в фокусе [1].

Грани передовых исследований наукоёмких отраслей всегда ставят перед общими коллективами высококвалифицированных разработчиков, экспериментаторов, фундаментальных исследователей и заинтересованного управленческого персонала значимые вопросы, – будь то рассмотрение очередных альтернатив и их аргументация в ходе дальнейшего выбора, либо их пролонгация в, казалось бы, отчасти известных, но всё-таки уже в иных, совершенно незнакомых условиях. Различные формулировки предпочтений и интересов, начиная с таких нередких изречений как, к примеру, «... *пилотируемая космонавтика или же исключительно безэкипажная эксплуатация на базе автоматических средств?*», – «ну, а всё же в каких пропорциях, с учётом тех или иных рисков, могут быть оправданы приоритеты и последующее перераспределение высвобождающихся ресурсов с расчётом на просматриваемую перспективу?», – как и многие другие сопутствующие вопросы, конечно же, требуют обоснования и тщательной проработки. Однако, в любом случае, как и прежде – предоставляется необходимость в очередной раз реализовывать именно те самые предельные возможности, которые в преобладающей степени могут соответствовать наивысшему уровню научно-технологического развития и самовыражения талантов лучших специалистов как в текущем моменте, так и в обозримой перспективе. Так, пренебрежительно, авиакосмическая отрасль по праву обладает в числе прочих областей наиболее сложной организацией ключевых процессов воспроизводства и развития. В некотором смысле сопоставимыми здесь являются сфера разработки и применения сложных программных систем обработки информации и управления, а в будущем – это суть конвергенция технологий *гибридного интеллекта*, сопутствующая *системная интеграция* пока ещё в некоторой степени отдалённых, но в тоже время весьма перспективных начинаний из приближающихся исследовательских ниш, к примеру, – новые сенсоры, аддитивные технологии, биомедицинская инженерия, системная биология и многие другие. Существенный уровень сложности производственных задач и организационных процессов управления в авиакосмической отрасли с учётом проявляющихся тенденций развития возможностей технологического прогнозирования обуславливает необходимость поиска соответствующих путей интенсивной разработки и обоснованного использования развитых инструментальных методов, сочетающих в себе, наряду с желательной совместимостью, искомые свойства по сути «*бесшовной*» применимости в решении целого комплекса задач оценивания эффективности для потенциальных многих и предопределённо различных новых условий. Именно поэтому, выделяя в рассматриваемых случаях аспект непараметрического описания и очерчивая потенциал нетривиальных комплексных сценариев, следует отметить важность понимания и воссоздания в расширенной авиакосмической отрасли вкуче с неоднородными смежными предметными областями того самого *внешнего дополнения*, которое и определяет конгломерат исследовательских данных и неэлементарной информации, изначально не используемых в явном виде в типовых формулировках решаемых сложносоставных задач [12–15].

И для обеспечения не только взаимоувязанного, но и управляемого на основе сбора и обработки количественных данных, оптимизируемого применения подобного рода инструментально-методических компонентов инженерии знаний для своего рода аналогов верхних уровней *оценки зрелости управления* предлагается, как это будет показано впоследствии, использование в том числе оригинальной *единой производственной номенклатуры* как основы совокупности гибридных моделей.

Прим. [к уточнению понятий]. Для последующей детализации в совокупности задач системной интеграции акцентируем внимание на использовании определения: *минимально жизнеспособный продукт* – это «самая простая версия, которая может быть выпущена, обладает достаточной ценностью, чтобы её можно было использовать, сохраняет доверие клиентов, демонстрируя будущие преимущества, и обеспечивает обратную связь для руководства дальнейшим развитием».

Таким образом, здесь не вызывает сомнений, что изучаемая, – даже с применением развитого инструментария высокотехнологичная, многосвязная, сложноформализуемая, с высокой степенью

неопределённости и изменчивости, нередко с противоречивыми эксплуатационными требованиями и недостаточной обеспеченностью, а также с неравномерной информативностью больших массивов данных, – предметная область в практике повседневной деятельности во многом, как правило, и по-прежнему неразрывным образом опирается на конкретные компетенции и многолетний опыт разнородного экспертного сообщества (т.н. совокупный *социально-когнитивный капитал*).

Прагматическая цель проводимого комплексного исследования преимущественно заключена, по сути, в дальнейшем совершенствовании процессов принятия и анализа опорных решений путём улучшения качества экспертного сопровождения и оптимизационного моделирования при гибком предпроектном оценивании эффективности функциональных задач сбора и обработки разнородных данных, а также для экспериментальной отработки интеграционных решений формируемых междисциплинарных проектов высокотехнологичных отраслей и их квалифицированного аудита.

В частности, начиная с первичных осведомляющих поисковых исследований на ранних этапах жизненного цикла объектов авиакосмической отрасли, в интересах всестороннего обеспечения комплексного анализа среды функционирования сложных систем следует учитывать разнообразные *нюансы разработки и интеллектуализации* развивающихся крупномасштабных программных систем обработки информации и управления, а также сопутствующей *мезосистемной интеграции* при конвергенции технологий и компонентов гибридного интеллекта и общей когнитивной архитектуры.

Причём, так или иначе, целевая установка элективного подхода предопределяет в целом соответствие ранее выдвинутой инициативе, направленной на дальнейшее развитие взаимоувязанных приёмов инженерии знаний как основного востребованного средства такого многогранного и опережающего *информационно-аналитического моделирования* реализации процессов управления.

Плодотворной гипотезой в настоящем завершаемом цикле работ было принято предположение о принципиальной возможности нахождения относительно большей степени свободы при выборе вариантов подцелей последующего шага – для определения потенциала в анализе критичных случаев для *многошаговых сценариев с использованием неокончателных вариантов принимаемых решений*, – что, в свою очередь, достигается посредством обеспечения возможности явной аргументации опосредованного поиска при совокупном оптимизационном моделировании и оценивании эффективности различных видов осуществляемой в коллективе производственной деятельности.

При этом реализуется оригинальное видение обобщения практик интеллектуализации функциональных задач обработки данных – и поиска вышеуказанных вариантов опорного решения с предварительной оценкой эффективности – посредством использования технологии анализа среды функционирования в ходе обсуждения и пролонгации поисковых исследований прекурсоров (новой совокупности регулярно различимых и/или нетривиальных атрибутов) передовых технологий как выявляемых и конкретизируемых ориентиров развития. В связи с этим в числе рассматриваемых вопросов следует обязательно отметить весьма узкоспециализированную область *технологического прогнозирования* посредством возможностей развитой технологии анализа среды функционирования.

Раскрывая таким образом определение искомого потенциала в анализе критичных случаев для *многошаговых сценариев с использованием неокончателных вариантов принимаемых решений*, соответствующие большей степени свободы выбора в нарастающем итоге вариативные подцели предположительно достигаются посредством опосредованного поиска новых возможностей при оценивании эффективности различных видов деятельности, в т.ч. при организации взаимодействия.

При этом в обозримой перспективе интерес могут представлять элементы научно-методического аппарата *инверсных моделей*. И, несомненно, в той или иной степени могут быть востребованы различного рода представления оценки резерва ресурсов, ранее упомянутые аллокативные, энергоэффективные, циркулярные, интеграционные, иерархические, динамические, эволюционные, уточняемые, с применением индекса Мальмквиста, комбинаторные с применением индекса Шеннона, иные специализированные, – в том числе «knowledge-base» ориентированные решения, а также сочетание хорошо проработанных сетевых моделей, двух- и многоэтапных решений.

При этом непосредственно внимание уделяется исследованию новых возможностей гибридных моделей в узком смысле сочетания искомым свойств и особенностей построения моделей *Free Disposal Hull (FDH)* с вышеперечисленными элементами обширного научно-методического аппарата методологии *анализа среды функционирования*. В результате чего, отметим особо, что в числе требующих дополнительной проработки вопросов, в рассматриваемых случаях выделяется именно элективный подход к обоснованию гибридных моделей расширенного функционала исследования операций для оценивания *аллокативной эффективности* инновационных процессов и управления развитием высоких технологий в авиакосмической отрасли, в частности. В результате чего, опережающее развитие интеграционных платформ при локализации гибридных моделей сводится к

рассмотрению *минимально жизнеспособного продукта* для разноплановых новых условий, для которых фокусируется внимание на выделении следующих акцентов: «knowledge-based engineering», «autonomous systems», «pervasive informatics», а также для специальных моделей генерации данных.

2. Опорные элементы мезосистемной интеграции и обоснования гибридных моделей

Итак, в ходе верификации экспериментального подхода обосновывается обобщённая структура комплексных исследований, которые вкратце могут быть представляемы в следующем обобщении:

На начальном этапе предлагается рассмотреть некоторые проблемы анализа среды функционирования сложных систем и наметить возможные пути их решения посредством исследования новых гибридных моделей. Именно исследовательский поиск, фигурально, максимальных отклонений от предельных возможностей так называемого «*ядра экономики обмена*», представляет непосредственный интерес для учёта предпочтений последующего подбора и выбора элементов многошагового сценария. При этом центральное внимание уделяется потенциалу избыточного описания при обосновании и аргументации предварительного оценивания эффективности перераспределения возможностей проактивных процессов управления в моделируемой неокончательной последовательности двухэтапных интеграционных решений при интеллектуализации функциональных задач сбора и обработки данных посредством формирования и пополнения оригинальной единой продукционной номенклатуры совокупности гибридных моделей.

Основные этапы исследований новых условий развития авиакосмической отрасли заключается в обосновании новых интеграционных компонентов гибридных моделей в интересах применения специальных инструментальных языковых средств трансляции при предобработке из табличной формы сбора гетерогенных данных к построению эффективного фронта анализируемого набора реальных и синтетических экземпляров объектов и учёта интерпретационной направленности выбора вариантов опорного решения при несоответствии прогнозных значений относительно фактических.

В завершении доклада будут представлены соображения и текущие результаты исследования особенностей подбора гибридных моделей анализа среды функционирования для условных примеров высоких технологий и их компонентов. Эффективное и гибкое управление развитием элементов информационно-аналитического обеспечения на различных этапах жизненного цикла предлагается рассматривать здесь с позиций многоаспектного исследования устойчивости принятия и последующей реализации многоэтапных решений. В совокупном итоге условные примеры авиакосмической отрасли в рамках комплексной работы могут быть сориентированы в рассмотрении применимости отложенных вариантов выбора в интересах факультативной аргументации предпочтений при оптимизационном моделировании суждений, к примеру, об инвестиционной привлекательности сложносоставных проектов в рамках государственно-частного партнёрства, а также пролонгации целевого поиска прекурсоров передовых технологий мезосистемной интеграции.

3. Заключение

При рассмотрении промежуточных итогов завершаемого поискового исследования представляется возможным высказать следующие отчасти дискуссионные моменты для обсуждения на секции:

Как сложноустраняемые в повседневной управленческой деятельности, так и отчасти объективные ограничения применимости методологии анализа среды функционирования в практике деятельности в целом компенсируются в совокупности других средств обоснования утилитарных управленческих решений с опосредованным учётом как неформализуемой информации, так и различного рода неиспользуемых по ряду причин наборов важных сведений. Общим замыслом данного исследования является формирование, обоснование и апробация пула гибридных моделей методологии анализа среды функционирования как в современных условиях трансформации социально-экономических отношений, так и на обозримую перспективу. В частности, так или иначе отвечая на ключевой проблемный вопрос устойчивости принятия решений в развитой среде функционирования мы следуем прежде всего при этом всёму устремлению задействования новых возможностей извлечения и использования разнородной информации посредством передовых достижений высоких технологий интеллектуальной обработки данных. Многоаспектное привлечение практического опыта также имеет немаловажное значение при обобщении разнообразных новых практик учёта специфических особенностей в каждом рассматриваемом случае описываемых исследований и их включения в последующий оборот теории и практики исследования операций и *мезосистемной интеграции* [13].

При этом, в данной работе, в той или иной степени, учтены искомые особенности формирования пула разрабатываемых и используемых гибридных моделей анализа среды функционирования [1–11].

К перспективным вопросам, с учётом имеющегося в ИПУ РАН задела [<https://www.ipu.ru/robot>], следует отнести развитие актуальной проблематики автономии в совокупности сопутствующих задач системной интеграции не только в предшествовавшем утилитарном структурно-функциональном плане организации работ, но и в последующих условиях существенных модификаций ограничений.

Литература

1. Lychev A.V. Synthetic Data Generation for Data Envelopment Analysis / A.V. Lychev // *Data*. – 2023. – Vol. 8, № 10. – P. 146. – DOI: 10.3390/data8100146. – EDN SHPCDP.
2. Сигов А.С. Построение версий информационной инфраструктуры с опережением возникновения информационных потребностей управления / А.С. Сигов, В.В. Нечаев, И.А. Лобанов [и др.] // Десятая Всероссийская мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2017): Материалы 10-й Всероссийской мультиконференции в 3-х томах / Отв. ред.: И.А. Каляев. Том 2. – Дивноморское: ЮФУ, 2017. – С. 112–115. – EDN ZGBEXZ.
3. Рожнов А.В. Обоснование задач системной интеграции и информационно-аналитическое моделирование проблемно-ориентированных систем управления на предпроектном этапе жизненного цикла / А.В. Рожнов, И.А. Лобанов, Е.В. Бимаков // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014. – М.: ИПУ РАН, 2014. – С. 7474–7479. – EDN QVWVVO.
4. Лобанов И.А. Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса ЛА с использованием модели Free Disposal Hull / И.А. Лобанов, А.В. Рожнов // *Фундаментальные проблемы системной безопасности: материалы V Международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения выдающегося учёного, генерального конструктора ракетно-космических систем академика В.Ф. Уткина*. – Елец: ЕГУ им. И. А. Бунина, 2014. – С. 377–379. – EDN SHAEKZ.
5. Белавкин П.А. Исследование стратегической мобильности проблемно-ориентированных систем управления и их позиционирование в условиях развития информационного пространства / П.А. Белавкин, С.А. Федосеев, И.А. Лобанов [и др.] // *Известия ЮФУ. Технические науки*. – 2013. – № 3(140). – С. 211–217. – EDN PYMNCN.
6. Легович Ю.С. Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем / Ю.С. Легович, И.А. Лобанов, Д.В. Чернявский [и др.] // *Имитационное моделирование. Теория и практика: 7-ая Всероссийская НПК, труды конференции в 2 т.* / Под общ. ред. С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. Т. 2. – М.: ИПУ РАН, 2015. – С. 163–167. – EDN VKHGLT.
7. Рожнов А.В. Разработка предложений по созданию единых технологий с перспективными источниками энергии в космической отрасли / А.В. Рожнов, В.В. Карпов // *Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016: Труды Девятой международной конференции: в 2-х т.* Т. II. – М.: ИПУ РАН, 2016. – С. 150–154. – EDN YGNTOD.
8. Сигов А.С. Эволюция управления сетецентричным взаимодействием в контексте "Mosaic Warfare" и формирование виртуальной семантической среды / А.С. Сигов, Г.Н. Гудов, А.В. Рожнов [и др.] // XII Мультиконференция по проблемам управления (МКПУ-2019): в 4 т. Т. 3. – Дивноморское, Геленджик: ЮФУ, 2019. – С. 144–147. – EDN VCDBUW.
9. Лобанов И.А. О нечёткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / И.А. Лобанов, Н.А. Скорик, В.В. Цыпелев [и др.] // *Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами ЖЦ промышленного продукта (CAD/CAM/PDM–2015): Труды международной конференции*. – М.: ООО "Аналитик", 2015. – С. 345–348. – EDN VKHUTR.
10. Шовкалюк А.П. Повышение эффективности деятельности научных рот на основе сотрудничества МАИ и ИПУ РАН / А.В. Рожнов, И.А. Лобанов // *Брифинг "Роль научной роты (вуза) в решении военно-технических задач"*. – Кубинка: КВЦ "Патриот", 2015.
11. Исследование проблемных вопросов развития автономных гетерогенных РТК и подготовки кадров наукоёмких специальностей аэрокосмической отрасли / В.И. Гончаренко, А.В. Рожнов, В.В. Карпов [и др.] // *Труды ФГУП "НППЦАП". Системы и приборы управления*. – 2018. – № 1. – С. 70–76. – EDN XYELNR.
12. Tyurin S. Some Issues of Popularization of Technical Creativity in the Aspect of Advanced Development of Heterogeneous Intelligent Transport Technologies / S. Tyurin, A. Rozhnov // *Proceedings – 2021 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA, 2021*. – 2021. – P. 613–616. – DOI: 10.1109/SUMMA53307.2021.9632212. – EDN KGTFDT.
13. Патент на полезную модель № 159360 U1 РФ, МПК G05B 23/02. ИАС исследования возможностей деэскалации конфликта в изменяющихся условиях многостороннего переговорного процесса: № 2014153314/08: заявл. 29.12.2014; опубл. 10.02.2016 / А.Д. Цвиркун [и др.]; НИУ МАИ. – EDN WGGXYU.
14. Integration and Development of Professionally-Oriented Social Network in the Context of the Evolution of the Information Landscape / A. Lytchev, I. Lobanov, S. Pronichkin // *Communications in Computer and Information Science*. – 2020. – Vol. 1201. – P. 196–207. – DOI: 10.1007/978-3-030-46895-8_16. – EDN XQMUHE.
15. Efficiency evaluation of regional environmental management systems in Russia using DEA / S. Ratner, A. Lychev, I. Lobanov // *Mathematics*. – 2021. – Vol. 9, № 18. – DOI: 10.3390/math9182210. – EDN KXFUUV.