

# Многокритериальная оценка требований к высокотехнологичной продукции в интеллектуальных системах поддержки принятия решений

Д.В. Уланов, В.О. Скрипачев, А.О. Жуков, В.А. Судаков, М.Э. Покидченко

**Аннотация.** В статье приведен подход к многокритериальной оценке требований заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла, основанный на интеграции методов вычисления агрегированных критериев (юридических, экономических и технических), расчете релевантности опыта исполнителя через косинусное сходство и определении потребностей организации-исполнителя в ресурсном обеспечении. В целях унификации методологии планирования выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в высокотехнологичных областях промышленности, эффективного использования ресурсов организаций, выполняющих эти работы, предложен алгоритм многокритериальной оценки возможности реализации требований к образцу высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла. Разработана архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений, использование которой позволит решать задачу оценки требований заказчика и принимать решение о возможности их реализации с меньшими временными затратами, что способствует повышению шансов на успешную реализацию контрактов на создание высокотехнологичной продукции. Экспериментальное исследование разработанных методов и алгоритмов показали, что использование предложенного подхода сокращает время оценки возможности реализации проектов по созданию высокотехнологичной продукции в среднем на ~43% по сравнению с проведением такой оценки вручную, без использования специализированных методик и алгоритмов. Подход, предложенный в статье, может быть полезен специалистам в области управления проектами, разработки высокотехнологичной продукции и принятия решений в условиях неопределённости.

**Ключевые слова:** анализ, исследования и разработки, косинусное сходство, оценка, ограничения, нормативное

Статья получена 30 апреля 2025.

Д.В. Уланов, старший научный сотрудник ФГБНУ «Аналитический центр», старший преподаватель кафедры Управления военных представительств МО РФ ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), Москва, Россия (e-mail: ylanovdv@mai.ru)

В.О. Скрипачев, к.т.н., заместитель начальника отдела ФГБНУ «Аналитический центр», Москва, Россия (e-mail: skripatchevv@inbox.ru)

А.О. Жуков, д.т.н., заместитель директора по научной работе ФГБНУ «Аналитический центр», Москва, Россия

В.А. Судаков, д.т.н., старший научный сотрудник ФГБНУ «Аналитический центр», ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия  
М.Э. Покидченко, исполняющий обязанности директора ФГБУ «Центр информационно-технического обеспечения», Москва, Россия

правовое регулирование, стандартизация, система поддержки принятия решений.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения устойчивого экономического роста в сфере промышленного производства необходимо активное внедрение и совершенствования подходов к разработке и изготовлению высокотехнологичной продукции народно-хозяйственного назначения. В современных условиях, развитие высокотехнологичных производств невозможно без реализации комплекса мероприятий по анализу рынка, мониторингу технологических трендов и адаптации к динамично меняющимся условиям рынка.

На сегодняшний день Российская Федерация сталкивается с рядом проблем, включающих технологическое отставания по ряду отраслей промышленности, экономической стагнацией и санкционным давлением. Санкции, введенные недружественными странами, создают уязвимости в промышленных цепочках, нарушают логистику и вынуждают искать новые рынки сбыта высокотехнологичной продукции. В таких условиях критически важно находить новые точки роста, такие как интеграция в процессы планирования интеллектуальных систем поддержки принятия управленческих решений, использование которых позволяет снизить риски при оценке возможности реализации новых проектов по созданию высокотехнологичной продукции.

В целях унификации методологии планирования выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в высокотехнологичных областях промышленности, эффективного использования ресурсов организаций, выполняющих научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы народно-хозяйственного назначения, авторами статьи предложен перечень критериев, методика многокритериальной оценки на основе моделей взвешенного суммирования и архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений для учета требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла.

Рассматриваемый в статье научно-методический

аппарат основан на интеграции методов вычисления агрегированных критериев и расчете релевантности опыта исполнителя через косинусное сходство и расчете потребностей организации-исполнителя в ресурсном обеспечении.

## II. ПОКАЗАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Типовые стадии жизненного цикла высокотехнологичной продукции включает такие этапы как создание научно-технического задела (НТЗ), формирование концепции изделия, разработка, производство, эксплуатация, капитальный ремонт (при необходимости), утилизация. Наиболее дорогостоящими этапами ЖЦ являются начальные этапы – создание научно-технического задела (НТЗ), формирование концепции изделия и разработка, которые выполняются в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Этап разработки, в свою очередь, является наиболее дорогостоящим из начальных этапов ЖЦ, что связано с высокой наукоемкостью и работ, выполняемых на данном этапе и длительными сроками их выполнения. Отказ от реализации неэффективных проектов на ранних стадиях ЖЦ высокотехнологичной продукции менее затретен, а рациональное планирование работ на начальных этапах ЖЦ позволяет уменьшить риски ненадлежащего выполнения контрактов на создание высокотехнологичной продукции и существенно снизить финансовые и материальные затраты Заказчика. Оценка возможности реализации требований к образцу высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла является важной научной и прикладной задачей.

Анализ норм законодательства и документов по стандартизации, устанавливающих требования к выполнению НИОКР, нормативно-правовых актов, определяющих необходимость обоснования затрат на оплату труда при выполнении НИОКР народно-хозяйственного назначения, позволил разработать систему критериев – юридических, экономических и технических, определяющих степень уверенности лица принимающего решение (ЛПР) в возможности реализации требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла изделия, включая методы расчета этих показателей. [1].

В целях формирования интегрального критерия, позволяющего комплексно подойти к вопросу оценки возможности реализации требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла проведено исследование методов многокритериального анализа альтернатив в задачах оценки документов сложной структуры (документов со сложным информационным наполнением), таких как методы классификаций (метод анализа иерархий Томаса Саати, метод взвешенной суммы, метод аналитических сетей), методы на основе упорядочивания предпочтений (TOPSIS, методы группы ЭЛЕКТРА, метод парных

сравнений), математико-статистические методы (статистический анализ случайных факторов, использование нечетких множеств и лингвистических переменных для обработки неопределенности и субъективности в оценке критериев и др.). По совокупности достоинств и недостатков, наиболее подходящим для целей исследования признан метод взвешенной суммы.

Значение интегрального критерия  $W$ , позволяющего комплексно подойти к вопросу оценки требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла изделия рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \text{ЮК} \times \text{ФРВ}_2 \times (\text{ТК} \times \alpha_{\text{ТК}} + \text{ИЗ} \times \alpha_{\text{ИЗ}} + \text{ФО} \times \alpha_{\text{ФО}} + \text{ФРВ} \times \alpha_{\text{ФРВ}}) \times 100\% \quad (1)$$

где ЮК, ФРВ<sub>*i*</sub>, ТК, ИЗ, ФО – юридические, экономические и технические критерии,

$\alpha_i$  – весовые коэффициенты критериев, устанавливаемые ЛПР с учетом условия нормировки  $\sum \alpha_i = 1$ .

Для интерпретации значений интегрального критерия  $W$ , предлагается использовать шкалу от 1% до 100%. Чем ближе значение интегрального критерия к 100%, тем выше степень уверенности ЛПР в успешной реализации требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах ЖЦ. Для удобства принятия решения, шкала показателей интегрального критерия  $W$  разбита на 5 зон (таблица 1) [2].

Таблица 1 - Шкала показателей интегрального критерия  $W$

	Возможность выполнения НИОКР				
	Крайне низкая	Низкая	Средняя	Хорошая	Высокая
Промежуток шкалы	0 – 20%	21%– 40%	41% – 60%	61% – 80%	81% – 100%

Ниже приведены предлагаемые критерии по возможности реализации требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла и методы их расчета.

### 1 Юридические критерии и показатели

1.1 Юридический показатель (ЮК) представляет собой соответствие юридического лица требованиям нормативных правовых актов в сфере выполнения НИОКР и может быть определен по следующей формуле:

$$\text{ЮК} = \prod_{i=1}^n \text{ЗиН}_i$$

1.2 Показатель ЮК<sub>*i*</sub> показывает соответствие юридического лица *i*-му законодательному или нормативному требованию. При этом если выполняется *i*-е законодательное или нормативное требование, то ЮК<sub>*i*</sub> = 1, в противном случае ЗиН<sub>*i*</sub> = 0

### 2 Технические критерии и показатели

2.1 Показатель ТК<sub>1</sub> показывает степень сопоставимости НИОКР, отражает степень сходства нового ТЗ на выполнения НИОКР и ранее выполнявшихся исполнителем ТЗ на НИОКР.

Для оценки релевантности требований Заказчика (ТЗ) к высокотехнологичной продукции предлагается воспользоваться методом с использованием косинусного сходства.

Косинусное сходство — мера схожести между двумя векторами в многомерном пространстве. Оно используется для определения степени похожести двух документов, изображений, звуков или любых других объектов, представленных в виде векторов. Текст документа и запроса можно представить в виде векторов одного пространства, а степень схожести этих векторов выражается через косинус угла между ними.

Такое представление позволяет определять расстояние между точками пространства, следовательно, и оценивать степень схожести требований ТЗ на выполненные НИОКР и требований ТЗ, планируемой к выполнению НИОКР, (близкое расположение точек указывает на высокую схожесть текстов)

В рамках рассматриваемой для термов запроса используется булевский вес, а для термов документов — метод TF-IDF, при котором вес терма равен произведению частоты встречаемости терма в документе на обратную частоту этого документа.

Оценка релевантности документа  $d_j$  ТЗ на выполнение НИОКР  $q$  определяется косинусным сходством по формуле:

$$\cos(d_j, d_q) = \frac{d_j \cdot d_q}{\|d_j\| \cdot \|d_q\|} \quad (2)$$

$$\cos(d_j, d_q) = \frac{\sum_{i=1}^N w_{ij} \cdot w_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N w_{ij}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_{iq}^2}} \quad (3)$$

где косинус между векторами документа  $d_j$  и запроса  $d_q$  определяется как отношение скалярного произведения векторов к произведению их длин (Евклидовой норме),

При определении соответствия документа запросу (ТЗ), косинусная мера сходства варьируется от 0 до 1. Причина заключается в том, что весовые коэффициенты терминов (например, TF-IDF) не могут быть отрицательны. Значение косинуса равно 0 свидетельствует о полной ортогональности векторов документа и запроса, означающей отсутствие общих ключевых терминов. Полностью идентичные векторы документа и запроса соответствуют значению косинуса, равному единице [3].

Таким образом, при использовании метода сопоставления требований ТЗ к высокотехнологичной продукции с использованием косинусного сходства, значение показателя «Степень сопоставимости НИОКР» ( $TK_1$ ) следует определять по формуле:

$$TK_1 = \sum_{i=1}^n TK_{1i} \times K_{Bi}, \quad (4)$$

где  $i$  — порядковый номер соответствующего раздела ТЗ на СЧ ОКР. Значение  $K_B$  устанавливается ЛПР с учетом нормировки  $\sum_{i=1}^n K_{Bi} = 100\%$ . При этом

$TK_{1i} = \cos(d_j, q) \times 100\%$ ,  
учитывая (3), формула для расчета показателя

$TK_1$  принимает следующий вид:

$$TK_{1i} = \frac{\sum_{i=1}^N w_{ij} \cdot w_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N w_{ij}^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N w_{iq}^2}} \times K_{Bi} \times 100\%, \quad (5)$$

где  $d_j$  — векторное представление  $j$ -го документа коллекции выполненных ТЗ на НИОКР,  $w_{ij}$  — вес  $i$ -го терма в  $j$ -ом документе коллекции выполненных ТЗ на НИОКР,  $n$  — количество различных термов во всей коллекции ТЗ на НИОКР. Индекс  $q$  применяется в отношении ТЗ на выполнение новой работы

2.2 Показатель  $TK_2$  характеризует степень уверенности в реализации требований Заказчика. Показатель оценивается по шкале от 1% до 100% экспертным методом, с учетом полноты идентификации и анализа возможных рисков, а также мер по снижению факторов и преодолению последствий возможных рисков ненадлежащего исполнения требований Заказчика. Началу шкалы соответствует высокий уровень риска ненадлежащего требований Заказчика, чем ниже уровень риска, тем ближе значение критерия к концу шкалы — 100%. Данный показатель целесообразно использовать в связи с тем, что потенциальный исполнитель может не иметь опыта выполнения НИОКР.

2.3 Показатель  $TK_3$  определяет объем научно-технической информации, отчетной научно-технической документации по работам, связанным с тематикой выполняемой НИОКР и определяется как экспертная оценка объема научно-технической информации, отчетной научно-технической документации, связанных с тематикой выполняемой НИОКР, доступ к которой имеется у организации по шкале от 1 до 100%. Началу шкалы соответствует минимальное количество имеющейся в распоряжении организации информации, концу шкалы — максимальное.

2.4 Показатель импортозамещения (ИЗ) — отражает возможность использования ЭРИ, ЭКБ и ПО иностранного производства (при необходимости). Рассчитывается по следующей формуле:

$$ИЗ = (ИЗ_1 + ИЗ_2)/2$$

где  $ИЗ_1$  — показатель возможности использования электронной компонентной базы (ЭКБ) и электрорадиоизделий (ЭРИ) иностранного производства (ИП).  $ИЗ_1 = 100\%$ , если необходимость использования ЭКБ и ЭРИ ИП отсутствует. В противном случае  $ИЗ_1 = ЭИЗ_1$ ,

где  $ЭИЗ_1$  — экспертная оценка степени уверенности в успешном оформлении документов, разрешающих использование ЭКБ и ЭРИ ИП по шкале от 1 до 100%. Началу шкалы соответствует высокий уровень риска отрицательного решения по документам, разрешающим использование ЭКБ и ЭРИ ИП, чем ниже уровень риска, тем ближе значение к концу шкалы — 100%.

$ИЗ_2$  — определяет возможность использования иностранного программного обеспечения (ПО).  $ИЗ_2 = 100\%$ , если необходимость использования иностранного ПО отсутствует, в противном случае

$$ИЗ_2 = ЭИЗ_2,$$

где ЭИЗ<sub>2</sub> – экспертная оценка степени уверенности успешном оформлении документов, разрешающих использование иностранного ПО по шкале от 1 до 100%. Началу шкалы соответствует высокий уровень риска отрицательного решения по документам, разрешающим использование иностранного ПО, чем ниже уровень риска, тем ближе значение к концу шкалы – 100%.

3 Экономические критерии и показатели

3.1 Показатель финансового обеспечения исполнителя НИОКР (ФО) – Отражает состояние финансового обеспечения потенциального участника НИОКР и рассчитывается по формуле:

$$FO = FO_1 \times FO_2$$

3.2 Показатель достаточности собственных источников финансирования, необходимых для реализации требований ТЗ на выполнение НИОКР (закупки сырья и материалов, комплектующих изделий, выплаты заработной платы и т.д.) ФОИ<sub>1</sub>.

Для определения значения данного показателя следует рассчитать значение вспомогательного показателя Отн. ФО<sub>1</sub>:

$$Отн. \text{ФО}_1 = \frac{С. \text{фин}}{Н. \text{фин}} \times 100\%,$$

где С.фин – объем собственных источников финансирования исполнителя работы, включая размер аванса по НИОКР;

Н.фин – объем финансирования, необходимый для реализации требований ТЗ на выполнение НИОКР.

Таким образом, показатель ФО<sub>1</sub> принимает следующие значения:

$$FO_1 = 100\%, \text{ если } Отн. \text{ФО}_1 \geq 100\%,$$

$$FO_1 = Отн. \text{ФО}_1, \text{ если } Отн. \text{ФО}_1 < 100\%,$$

3.3 Показатель возможности привлечения кредитных средств, в случае дефицита собственных финансовых ресурсов, необходимых для реализации требований ТТЗ(ТЗ) ФО<sub>2</sub>, который определяется следующим образом:

ФО<sub>2</sub> = 1, если ФО<sub>1</sub> = 100%, или в случае, если ФО<sub>1</sub> < 100%, но имеется возможность привлечения кредитных средств, для покрытия дефицита собственных финансовых ресурсов.

3.4 Показатель фонда рабочего времени (ФРВ), который определяет возможность выполнения ОКР (НИОКР) с учетом номинального фонда рабочего времени организации и возможности привлечения к работе соисполнителей и может быть рассчитан следующим образом:

$$ФРВ = ФРВ_1 \times ФРВ_2$$

3.4 Показатель соответствия номинального фонда рабочего времени организации и времени, необходимого для реализации ТЗ на выполнение НИОКР (ФРВ<sub>1</sub>). Может быть определен из следующих соображений:

Для определения значения данного показателя следует рассчитать значение вспомогательного показателя Отн. ФРВ<sub>1</sub>

$$Отн. \text{ФРВ}_1 = \frac{T_{ном}}{T_{ОКРплан}} \times 100\%,$$

где T<sub>ном</sub> – номинальный фонд рабочего времени, T<sub>ОКРплан</sub> – плановая трудоемкость выполнения НИОКР, которая рассчитывается по одной из существующих в промышленности методик

Таким образом, показатель ФРВ<sub>1</sub> принимает следующие значения:

$$ФРВ_1 = 100\%, \text{ если } Отн. \text{ФРВ}_1 \geq 100\%,$$

$$ФРВ_1 = Отн. \text{ФРВ}_1, \text{ если } Отн. \text{ФРВ}_1 < 100\%,$$

3.5 Показатель ФРВ<sub>2</sub>, характеризующий возможность привлечения соисполнителей для выполнения отдельных работ в случае, если трудоемкость выполнения НИОКР превышает фонд рабочего времени организации (ФРВ<sub>1</sub> < 100%).

Показатель принимает следующие значения: ФРВ<sub>1</sub> = 1, если ФРВ<sub>1</sub> = 100% или если ФРВ<sub>1</sub> < 100%, но имеется возможность привлечения соисполнителей для выполнения отдельных работ в рамках НИОКР; ФРВ<sub>1</sub> = 0, если ФРВ<sub>1</sub> < 100% и возможность привлечения соисполнителей для выполнения отдельных работ в рамках НИОКР отсутствует.

III. АЛГОРИТМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТРЕБОВАНИЙ К ОБРАЗЦУ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассмотренные показатели используются в алгоритме многокритериальной оценки возможности реализации требований к образцу высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла (Рисунок 1) [4].

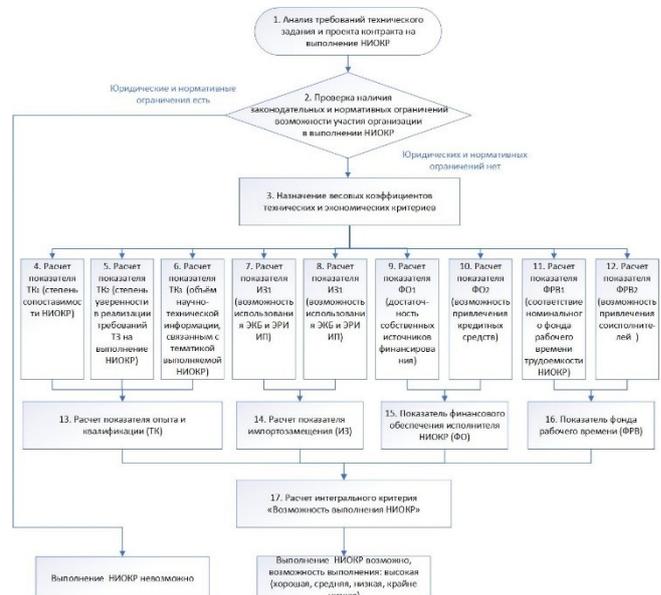


Рисунок 1 – Алгоритм многокритериальной оценки возможности реализации требований к образцу высокотехнологичной продукции

Сложность структуры технического задания на выполнение НИОКР, многообразие возможных вариантов реализации технических требований, многокритериальный характер оценки эффективности реализации отдельных требований Заказчика,

ограниченность выделяемых на выполнение работы ресурсов, определяет актуальность разработки системы поддержки принятия решений, позволяющей осуществить сравнение альтернативных вариантов реализации требований к высокотехнологичной продукции и сделать вывод о возможности реализации требований Заказчика организацией-исполнителем НИОКР. Указанная СППР предназначена для решения задач стратегического планирования. С информационной и аналитической позиций задача СППР состоит в сведении множества критериев, характеризующих НИОКР по созданию высокотехнологичной продукции, к удобному объему и форме подачи материалов, понятных и приемлемых для лица, осуществляющего принятие решения, а именно – до уровня интерпретации интегрального критерия  $W$  «степень уверенности ЛПР в успешном выполнении требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла».

Архитектура СППР построена на базе алгоритма многокритериальной оценки возможности реализации требований к образцу высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла, в основе которого интеграция методов вычисления агрегированных критериев и расчет релевантности опыта исполнителя через косинусное сходство с учетом потребностей организации-исполнителя в ресурсном обеспечении.

Архитектура, предлагаемой СППР содержит три основных компонента:

#### *Интерфейс пользователя*

Позволяет ЛПР взаимодействовать с системой посредством различных способов передачи и отображения информации, включая разнообразные методы визуализации, ввода и вывода данных. В данной СППР интерфейс пользователя позволяет ЛПР устанавливать весовые коэффициенты критериев и их показателей, с учетом их важности и условий нормировки, а также выводить значение частных и интегрального критерия, а также их интерпретацию.

#### *Подсистема данных*

Предназначена для сбора, хранения, управления, выбора, отображения и анализа данных, документов. В рассматриваемой СППР подсистема данных предназначена для хранения технических заданий на выполнение НИОКР, реализованных организацией, исходных данных, необходимых для выполнения расчетов (фонда рабочего времени организации, плановой трудоемкости выполнения НИОКР, и т.д.)

#### *Подсистема моделей*

Содержит набор моделей, позволяющих анализировать исходную информацию, решать задачи синтеза интегрального критерия с целью выработки рекомендаций для ЛПР.

Архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений для учета требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла представлена на рисунке 2.

С целью проверки правильности предложенных решений применялся теоретико-экспериментальный метод и проводилось экспериментальное исследование разработанных методов и алгоритмов на множестве технических заданий на выполнение работ по созданию высокотехнологичной продукции.

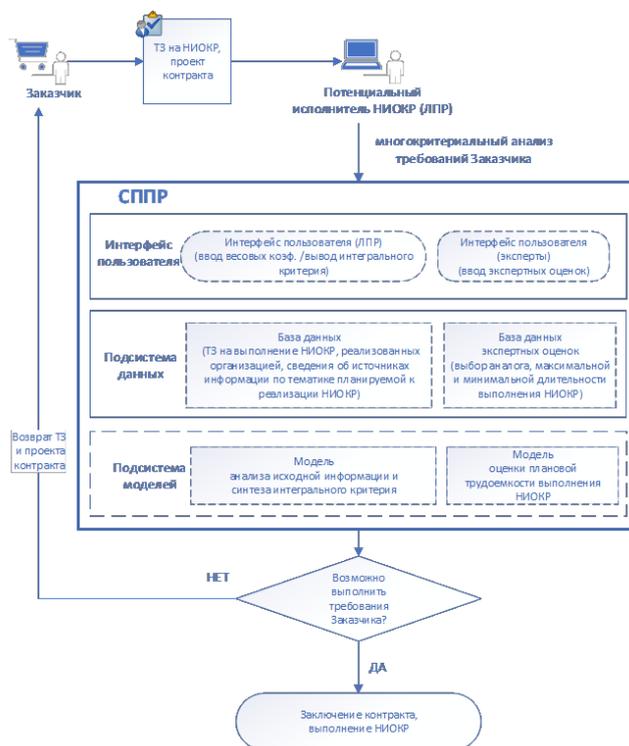


Рисунок 2 – Архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений для учета требований Заказчика к высокотехнологичной продукции

Работники научного учреждения самостоятельно провели оценку реализуемости проекта по разработке высокотехнологичного продукта, основываясь исключительно на анализе требований Заказчика, без применения специальных методов и алгоритмов. Авторы же данной статьи использовали разработанный ими научный аппарат для комплексной многокритериальной оценки требований Заказчика к высокотехнологичной продукции. Сведения о времени, затраченном на проведение оценки приведено в Таблице 2.

Таблица 2 - Сведения о времени, затраченном на проведение оценки

Шифр работы	Продолжительность ручной оценки, мин	Продолжительность оценки с использованием разработанного подхода, мин	Снижение временных затрат, %
СЧ ОКР «Валидация-ГМ25»	90	52	42,22
СЧ ОКР «Валидация-РК25»	93	53	43,01
СЧ ОКР «Продукты ДЗЗ»	97	56	42,27
СЧ ОКР «Кондор-ФКА»	123	67	45,53
СЧ ОКР «Потребитель»	107	58	45,79
Среднее снижение временных затрат:			43,76

Применение предложенного авторами научно-методического аппарата многокритериальной оценки требований Заказчика на начальных этапах жизненного цикла позволило сократить среднее время, затрачиваемое на определение возможности реализации проектов по созданию высокотехнологичной продукции в среднем, на 42,81%, по сравнению с проведением такой оценки вручную, без использования специализированных методик и алгоритмов [5].

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, сформированный научно-методический аппарат многокритериальной оценки требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла и разработанная архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений позволяют решать задачу оценки требований Заказчика к высокотехнологичной продукции на начальных этапах жизненного цикла и принимать решение о возможности их реализации с меньшими затратами времени, что способствует снижению временных издержек и повышению шансов на успешную реализацию контрактов на создание высокотехнологичной продукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России по теме «Методы и алгоритмы мониторинга программ научно-прикладных исследований и экспериментов с применением искусственного интеллекта» № 124013000659-7.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Ulanov D.V., MULTI-CRITERIA EVALUATION OF REFERENCE TERMS REQUIREMENTS FOR DEVELOPMENT WORK PERFORMANCE // E3S Web of Conferences. 2024. T. 515. C. 01007.
- [2] Судаков, В. А. Анализ требований к выполнению опытно-конструкторских работ по созданию программно-аппаратных комплексов оборонного назначения / В. А. Судаков, Д. В. Уланов // Экономика и управление в машиностроении. – 2022. – № 6. – С. 9-17. – EDN QYDRVU.
- [3] Белова К.М., Судаков В.А. Исследование эффективности методов оценки релевантности текстов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2020. № 68. 16 с. <http://doi.org/10.20948/prepr-2020-68>.
- [4] Уланов Д.В., Жуков А.О., Судаков В.А., Гедзюн В.С. Методика многокритериальной оценки технического задания на выполнение составной части опытно-конструкторской работы оборонного назначения. // Вопросы контроля хозяйственной деятельности и финансового аудита, национальной безопасности, системного анализа и управления. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции — Москва — 2024. С. 129-137.
- [5] Гедзюн, В. С. Оценка возможности успешного выполнения технического задания на этапе планирования составной части опытно-конструкторской работы / В. С. Гедзюн, А. О. Жуков, Е. А. Гедзюн // Технологии получения и обработки информации о динамических объектах и системах : сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 03 октября 2024 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Экспертно-аналитический центр", 2024. – С. 521-534. – EDN SHUWQZ.

# Multi-criteria evaluation of requirements for high-tech products in intelligent decision support systems

Dmitry Ulanov, Vladimir Skripachev, Aleksandr Zhukov, Vladimir Sudakov, Maksim Pokidchenko

**Keywords:** analysis, research and development, cosine similarity, evaluation, constraints, regulatory, standardization, decision support system..

**Abstract.** The article presents an approach to multi-criteria assessment of customer requirements to high-tech products at the initial stages of the life cycle, based on the integration of methods for calculating aggregated criteria (legal, economic and technical), calculating the relevance of the performer's experience through cosine similarity and determining the needs of the performing organization in resource support. In order to unify the methodology of planning the implementation of research and development work in high-tech industries, effective use of resources of organizations performing these works, an algorithm of multi-criteria assessment of the possibility of implementing the requirements for the sample of high-tech products at the initial stages of the life cycle is proposed. The architecture of the intellectual system of management decision-making support is developed, the use of which will allow solving the problem of assessing the customer's requirements and making a decision on the possibility of their realization with less time, which contributes to increasing the chances of successful implementation of contracts for the creation of high-tech products. Experimental study of the developed methods and algorithms showed that the use of the proposed approach reduces the time of assessment of the possibility of implementation of projects for the creation of high-tech products by an average of ~43% compared to the manual assessment, without the use of specialized methods and algorithms. The approach proposed in the article can be useful for specialists in the field of project management, high-tech product development and decision-making under uncertainty.

## REFERENCES

- [1] Ulanov D.V., MULTI-CRITERIA EVALUATION OF REFERENCE TERMS REQUIREMENTS FOR DEVELOPMENT WORK PERFORMANCE // E3S Web of Conferences. 2024. T. 515. C. 01007.
- [2] Sudakov, V. A. Analiz trebovanij k vypolneniju opytno-konstruktorskih rabot po sozdaniyu programmno-apparatnyh kompleksov oboronnoho naznachenija / V. A. Sudakov, D. V. Ulanov // Jekonomika i upravlenie v mashinostroenii. – 2022. – № 6. – S. 9-17. – EDN QYDRVU.
- [3] Belova K.M., Sudakov V.A. Issledovanie jeffektivnosti metodov ocenki relevantnosti tekstov // Preprinty IPM im. M.V. Keldysha. 2020. № 68. 16 s. <http://doi.org/10.20948/prepr-2020-68>.
- [4] Ulanov D.V., Zhukov A.O., Sudakov V.A., Gedzjun V.S. Metodika mnogokriterial'noj ocenki tehničeskogo zadanija na vypolnenie sostavnoj chasti opytno-konstruktorskoj raboty oboronnoho naznachenija. // Voprosy kontrolja hozjajstvennoj dejatel'nosti i finansovogo audita, nacional'noj bezopasnosti, sistemnogo analiza i upravlenija. Sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii — Moskva — 2024. S. 129-137.
- [5] Gedzjun, V. S. Ocenka vozmožnosti uspešnogo vypolnenija tehničeskogo zadanija na jetape planirovanija sostavnoj chasti opytno-konstruktorskoj raboty / V. S. Gedzjun, A. O. Zhukov, E. A. Gedzjun // Tehnologii poluchenija i obrabotki informacii o dinamičeskikh ob#ektah i sistemah : sbornik materialov V Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferencii, Moskva, 03 oktjabrja 2024 goda. – Moskva: Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe nauchnoe uchrezhdenie "Jekspertno-analičeskij centr", 2024. – S. 521-534. – EDN SHUWQZ.