

УДК 658.5.012.1

ББК 65 .290.5я73

## **Методика комплексной оценки эффективности вариантов реализации проектов технического перевооружения при разработке и поставке продукции на производство**

**Глебова О.В.<sup>1</sup>, Борискова Л.А.<sup>2</sup>, Плеханова А.Ф.<sup>3</sup>**  
(Арзамасский политехнический институт (филиал)  
Нижегородского государственного технического  
университета им. Р.Е.Алексеева, Арзамас)

*В статье рассматривается методика многокритериальной оценки эффективности вариантов реализации проектов технического перевооружения по внедрению научно-исследовательского и испытательного оборудования. Методика учитывает факторы риска и неопределённости в рамках экономических аспектов, взаимодействия со сторонними организациями, внутренних бизнес-процессов, обучения и развития на основе аппарата нечетких множеств. Методика позволяет повысить обоснованность выбора варианта реализации проекта технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство.*

**Ключевые слова:** проекты технического перевооружения, комплексная оценка, аутсорсинг.

В условиях развития рыночной экономики особую роль в повышении конкурентоспособности выпускаемой продукции принадлежит техническому перевооружению, которое способ-

---

<sup>1</sup> Глебова Ольга Владимировна, доктор экономических наук, доцент. gov-arzamas@yandex.ru

<sup>2</sup> Борискова Лилия Александровна, кандидат экономических наук, старший преподаватель boriskova-arz@mail.ru

<sup>3</sup> Плеханова Анна Феликсовна – доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, управление и финансы» НГТУ им. Р. Е. Алексеева, e-mail: docplekhanova@gmail.com

ствует не только интенсивному, но и инновационному развитию производственного потенциала предприятия.

Процесс технического перевооружения тесно связан с действующим производственным процессом предприятия: обусловлен его потребностями и осуществляется в условиях непрерывного функционирования его подразделений. В свою очередь, финансовое состояние предприятия зависит от результатов технического перевооружения. Поэтому при отборе проектов технического перевооружения требуется соблюдение баланса между решением оперативных задач по обеспечению функционирования производства и решением задач по его развитию. При этом особое внимание при отборе проектов технического перевооружения необходимо уделять проектам, предназначенным для обеспечения исследовательским и испытательным оборудованием, необходимого при разработке и постановке продукции на производство.

Проведенные исследования показали, что в процессе оценки и отбора проектов технического перевооружения возникает ряд проблем:

- ограниченность финансовых ресурсов не позволяют удовлетворить потребности в новом оборудовании всех структурных подразделений предприятия;

- возникновение противоречий и конфликтных ситуаций при отборе проектов, так как все подразделения стремятся решать свои задачи, и часто они разнонаправлены;

- необходимость применения многокритериальной оценки, которая наряду с экономическими результатами включала бы технические параметры и социально-экологические аспекты.

Необходимость многокритериальной оценки проектов технического перевооружения определяется следующими обстоятельствами: большим масштабом затрат на техническое перевооружение; ограниченностью средств, ассигнуемых на отдельные направления технического перевооружения; необходимостью снижения технического и экономического риска и т.д. Практическая реализация многоцелевого подхода к оценке проектов технического перевооружения позволит повысить уровень научной обоснованности получаемых решений.

В настоящее время в методических рекомендациях [3] и методиках, разработанных на различных уровнях государственной власти; интегрированными структурами и предприятиями, специфике оценки и отбора проектов по техническому перевооружению исследовательского и испытательного оборудования, необходимого при разработке и постановке продукции на производство уделяется недостаточное внимание.

Основным недостатком существующих методик применительно к оценке проектов технического перевооружения являются то, что они не учитывают возможности использования услуг аутсорсинга при разработке и постановке продукции на производство. Как показали проведенные исследования, в настоящее время лишь отдельные компании выполняют полный цикл: разработка - постановка продукции на производство - производство. В связи с этим значительную роль в деятельности промышленных предприятий занимает аутсорсинг. Особенно активно аутсорсинг используют предприятия, осуществляющие НИОКР, так как у них недостаточно технологической базы при проведении всего объема необходимых исследований и испытаний.

В целях устранения вышеуказанного недостатка, авторами была разработана система показателей, характеризующая различные аспекты эффективности проектов технического перевооружения, необходимых при разработке и постановке продукции на производство, которая позволит принимать решение о передаче выполнения испытаний и исследований сторонней организации, либо об осуществлении их собственными силами (табл. 1).

*Таблица 1. Показатели оценки эффективности проектов технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство*

Группа показателей		
	Определяемые, при выборе поставщика	Определяемые, при выборе аутсорсера
Экономические аспекты	Чистый дисконтированный доход, руб.	Чистого дисконтированного дохода, руб.

	Срок окупаемости, лет	Срок окупаемости, лет
Взаимодействие со сторонними организациями	Продолжительность работы на российском рынке, лет	Продолжительность работы на российском рынке, лет
	Стоимость оборудования, руб.	Цены услуги, оказываемой сторонней организацией, руб.
	Срок гарантии, лет	
	Возможность оперативной связи	Возможность оперативной связи
	Наличие скидок, %	Наличие скидок, %
Внутренние бизнес-процессы	Объем выполняемых работ, шт.	Объема выполняемых работ, шт.
	Срок поставки оборудования, дн.	Срок выполнения заказа, дн.
	Срок полезного использования оборудования, лет.	Коэффициент технической прогрессивности оборудования
	Коэффициент технической прогрессивности оборудования	Максимально возможное количество выполненных испытаний (исследований) в сутки, шт.
	Коэффициент загрузки	
Обучение и развитие	Квалификация персонала организации	Квалификация персонала организации
	Затраты на обучение персонала работе на новом оборудовании, руб.	

Предлагаемая система показателей позволяет провести всестороннее рассмотрение эффективности реализации проектов технического перевооружения с целью установления целесообразности их реализации собственными силами или использование услуг аутсорсера.

Разработанная методика комплексной оценки эффективности проектов технического перевооружения на стадии разработки и постановки продукции на производство, осуществляемых собственными силами или с использованием услуг аутсорсинга, основывается на методологии нечетких множеств.

Основным достоинством метода нечетких множеств является то, что он позволяет [4,5]:

- осуществить многокритериальную оценку, включающую как качественные, так и количественные показатели;
- оперировать данными, значения которых невозможно задать однозначно;
- представить в единой форме и использовать всю доступную неоднородную информацию (детерминированную, интервальную, статистическую, лингвистическую), что повышает достоверность и качество решений по отбору инноваций;
- учесть неопределенность при проведении исследований и испытаний;
- формировать достаточно полный набор возможных сценариев развития технологического процесса;
- представлять ожидаемую эффективность проекта технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство не как однозначный показатель, а как некий интервал значений со своим распределением ожиданий, характеризующимся функцией принадлежности соответствующего нечеткого числа. Взвешенная полная совокупность ожиданий позволяет получить интегральную меру ожиданий отрицательных результатов в ходе реализации проекта, т.е. оценить уровень риска.

Предлагаемая методика включает следующие этапы:

1. Определение перечня вариантов реализации проекта технического перевооружения, необходимых для проведения

исследований и испытаний  $K = \{K_i\}$ ,  $i = 1..I$ . Варианты реализации проекта технического перевооружения включают в себя варианты, связанные с покупкой оборудования и варианты, связанные с использованием услуг аутсорсинга.

2. Формирование экспертных групп. При отборе специалистов в экспертные группы учитывается профессиональные знания, опыт работы в данной сфере, персональные качества специалиста, материальная незаинтересованность. Обязательным условием формирования экспертных групп является привлечение к оценке внешних участников – представителей потенциальных фирм-поставщиков, имеющих опыт пусконаладки, сервисного обслуживания, обучения и информационной поддержки своих клиентов.

3. Формирование системы показателей, характеризующей различные аспекты эффективности использования услуг сторонней организации либо приобретения нового оборудования у поставщика. Показатели каждой  $l$  группы ( $l = 1..L$ ) могут быть как качественные  $X^l = \{X_j^l\}$ ,  $j = 1..J$ , так и количественные  $X^l = \{X_j^l\}$ ,  $j = J+1..N^l$ .

4. Определение значимости показателей различных аспектов ( $\alpha_j^l$ ). Введение в процедуру многокритериальной оценки эффективности весовых коэффициентов позволяет стимулировать достижение стратегических и тактических целей организации, посредством назначения более высоких весов показателей, играющих первостепенную роль в достижении разноплановых целей предприятия. Для определения весов используется метод анализа иерархий, разработанный Т. Саати.

5. Идентификация факторов риска, оказывающих влияние на нечеткость представления показателей. Выделяется риск неточности прогнозов и наступления рисков событий.

6. Качественные показатели оцениваются с помощью метода нечетких множеств на основе разработанной шкалы, помогающей эксперту давать оценку. Результатом оценки проекта технического перевооружения является нечеткое число, лежащее на отрезке от 0 до 1:  $X_{ij}^l = (x_{ij1}^l, x_{ij2}^l, x_{ij3}^l)$ ,  $j = 1..J$ . Для качественных показателей разработана специальная шкала, с помощью которой эксперт производит оценку.

*Таблица 2. Шкала оценки качественных показателей в нечётко-множественном представлении*

Возможность оперативной связи	
(0; 0,1;0,2)	Отсутствует связь с поставщиком или аутсорсером
(0,2;0,3;0,4)	Низкая связь, из-за отдаленности поставщика или аутсорсера (за пределами РФ).
(0,4;0,5; 0,6)	Средняя степень связи, в связи с нахождением поставщика и аутсорсера в пределах РФ, но на достаточно отдаленном расстоянии
(0,6;0,7; 0,8)	Выше среднего степень связи в связи с нахождением поставщика и аутсорсера в соседней области
(0,8; 0,9; 1)	Высокая система связи, позволяющая мобильно принимать решения ВВ
Квалификация персонала организации	
(0; 0,1; 0,2)	На предприятии нет работников, способных выполнить услугу
(0,2;0,3; 0,4)	На предприятии низкая степень квалификации персонала, что потребует значительных затрат
(0,4;0,5; 0,6)	Средняя степень квалификации, требующая обучение персонала
(0,6;0,7; 0,8)	Квалификация выше среднего, требующая незначительных затрат на обучение.
(0,8; 0,9; 1)	Организация способна обеспечить выполнение услуги высококвалифицированным персоналом, затраты на его обучение не нужны.

7. Количественные показатели, характеризующие различные аспекты эффективности проектов технического перевооружения  $X^l_{ij} = (x^l_{ij1}, x^l_{ij2}, x^l_{ij3})$ ,  $j = J+1 \dots N^l$ , задаются в числовом диапазоне. Поскольку рассматриваемые количественные показатели имеют различные единицы измерения, приведем их к сопоставимому виду путем определения безразмерных значений. Если наилучшим значением количественного показателя явля-

ется максимальное значение, то нормируем его следующим образом:

$$(1) X_{ij}^l = \left( \frac{x_{ij_1}^l}{x_{\max_j}^l}, \frac{x_{ij_2}^l}{x_{\max_j}^l}, \frac{x_{ij_3}^l}{x_{\max_j}^l} \right), \text{ где } x_{\max_j}^l = \max_{i=1 \dots I} (x_{ij_1}^l, x_{ij_2}^l, x_{ij_3}^l).$$

Если наилучшим значением показателя является минимальное значение, то

$$(2) X_{ij}^l = \left( \frac{x_{ij_1}^l}{x_{\min_j}^l}, \frac{x_{ij_2}^l}{x_{\min_j}^l}, \frac{x_{ij_3}^l}{x_{\min_j}^l} \right), \text{ где } x_{\min_j}^l = \min_{i=1 \dots I} (x_{ij_1}^l, x_{ij_2}^l, x_{ij_3}^l).$$

8. При оценивании проектов технического перевооружения качественными и количественными показателями появляется необходимость в сведении набора полученных оценок к одной общей (интегральной) оценке.

Интегральная оценка различных аспектов эффективности проекта ТП с учетом веса и нечеткого значения полученных показателей имеет вид :

$$(3) X_i^l = \left( \sum_{j=1}^{N^l} \alpha_j^l x_{ij_1}^l, \sum_{j=1}^{N^l} \alpha_j^l x_{ij_2}^l, \sum_{j=1}^{N^l} \alpha_j^l x_{ij_3}^l \right) = (X_{i_1}^l, X_{i_2}^l, X_{i_3}^l)$$

9. Ранжирование нечетких значений интегральных критериев каждой группы показателей вариантов реализации проекта технического перевооружения с помощью критерия по формуле:

$$(4) \text{Ch}(X) = \frac{X_{i1}^l + 4 * X_{i2}^l + X_{i3}^l}{6} - \sqrt{\frac{(X_{i3}^l - X_{i1}^l)^2}{24}}.$$

10. Оценка значимости интегральных показателей различных аспектов эффективности проектов технического перевооружения ( $\lambda^l$ ) проводится методом парных сравнений.

11. Расчет совокупного интегрального критерия привлекательности каждого варианта реализации проекта технического перевооружения определяется по интегральным показателям каждой группы:

$$(5) W_i = \left( \sum_{l=1}^L \lambda^l \cdot X_{i_1}^l; \sum_{l=1}^L \lambda^l \cdot X_{i_2}^l; \sum_{l=1}^L \lambda^l \cdot X_{i_3}^l \right)$$

12. Ранжирование нечётких значений совокупного инте-



грального показателя по всем вариантам реализации проекта технического перевооружения, в соответствии с полученным рейтингом.

На основе результатов ранжирования предприятие принимает решение приобрести исследовательское и испытательное оборудование у поставщика для внедрения на собственном предприятии, либо использовать услуги сторонней организации (аутсорсинга).

Представленная методика может найти применение при выборе эффективных проектов технического перевооружения на предприятиях всех отраслей промышленности.

Рассмотрим возможность использования предлагаемой методики на конкретном примере. В конце 2013 г. на ОАО «АПЗ» была принята программа технического перевооружения предприятия на 2014-2015 гг. В Программу технического перевооружения был включен проект технического перевооружения на стадиях разработки и постановки продукции на производство: «Приобретение Рентгенофлюоресцентного спектрометра».

Технической экспертной комиссией были отобраны следующие варианты реализации проекта технического перевооружения на стадиях разработки и постановки продукции на производство «Приобретение Рентгенофлюоресцентного спектрометра»:

- Покупка Рентгенофлюоресцентного энергодисперсионного спектрометра EDX-800 (производитель-Shimadzu) в ООО «Аналит Норд».
- Покупка Спектрометра рентгенофлюоресцентного EDX-3600L (производитель – Skytay) в компании Skytay Instrument.
- Покупка Энергодисперсионного рентгенофлюоресцентного спектрометра ARL QUANT'X (производитель – Thermo Scientific) в ООО «Термо Техно».
- Заключение контракта на проведение анализов опытных образцов с аутсорсером – ООО «ТЕХНОМЕТР» (Санкт-Петербург, оборудование – Рентгено-флюоресцентный энергодисперсионный спектрометр EDX-800).

- Заключение контракта на проведение анализов опытных образцов с аутсорсером – Нижегородским государственным университетом им. Н.И. Лобачевского (оборудование – Рентгено-флюоресцентный энергодисперсионный спектрометр EDX-800).

- Заключение контракта на проведение анализов опытных образцов с аутсорсером – Арзамасским политехническим институтом (филиал) НГТУ (оборудование – Рентгено-флюоресцентный энергодисперсионный спектрометр EDX-800).

Оценка эффективности вариантов проекта технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство ОАО «АПЗ» осуществляется по разработанной системе показателей. Для определения весомости предложенных показателей был проведен опрос представителей экспертных групп с использованием разработанной анкеты. В ходе оценки участникам экспертных комиссий предлагалось из совокупности показателей выделить наиболее значимые. С этой целью группе экспертов предложены анкеты для выявления приоритетных показателей, характеризующих привлекательность того или иного варианта проекта.

После обработки результатов технической экспертизы определена весомость каждого показателя методом парных сравнений (табл.3).

*Таблица 3. Весомость показателей группы «внутренние бизнес-процессы»*

Показатели при оценке эффективности вариантов проекта технического перевооружения, связанных с покупкой оборудования	Вес	Показатели при оценке эффективности вариантов проекта технического перевооружения, связанных с использованием услуг аутсорсинга	Вес
Объем выполняемых работ, шт.	0,25	Объема выполняемых работ, шт.	0,25
Коэффициент загрузки	0,11	Срок выполнения заказа, дн.	0,23

Срок поставки оборудования, дн.	0,13	Коэффициент технической прогрессивности оборудования	0,33
Коэффициент технической прогрессивности оборудования	0,23	Максимально возможное количество выполненных испытаний (исследований) в сутки, шт.	0,19
Максимально возможное количество проведенных испытаний (исследований) в сутки, шт.	0,19		
Срок полезного использования оборудования, лет.	0,09		

Показателем согласованности экспертов служит коэффициент конкордации, для вычисления которого предварительно определены ранги соответствующих оценок, полученных в результате экспертизы. Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод: мнение экспертов согласовано.

Аналогичным образом определяется весомость показателей, входящих в группы: «экономические аспекты», «взаимодействие со сторонними организациями», «обучение и развитие», а также весомость интегрального показателя каждой группы (табл. 4) Для определения весомости данных показателей необходимо, кроме технических экспертов, привлечение специалистов финансово-экономических служб.

*Таблица 4. Результаты оценки значимости групп критериев*

Показатели интегральной оценки	Коэффициент значимости
Экономические аспекты	0,36
Взаимодействие со сторонними организациями	0,24
Внутренние бизнес-процессы	0,30
Обучение и развитие	0,10

Полученная по результатам анкетирования экспертов весомость показателей прошла процедуру согласования и утверждения на научно-техническом совете предприятия с целью последующего их использования для отбора проектов технического перевооружения предприятия.

Оценку качественных показателей эффективности с помощью метода нечетких множеств рассмотрим на примере варианта проекта технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство по внедрению Рентгенофлюоресцентного энергодисперсионного спектрометра EDX-800 (Shimadzu).

*Таблица 5. Экспертная оценка качественных показателей внедрения спектрометра EDX-800*

Наименование показателя					
	(0;0,1; 0,2)	(0,2;0,3; 0,4)	(0,4;0,5; 0,6)	(0,6;0,7; 0,8)	(0,8; 0,9; 1)
Возможность оперативной связи			x	xx	xxx
Квалификация персонала предприятия			xx	xxx	x

Оценка всех качественных показателей рассматриваемых вариантов проекта представлена в таблице 6.

*Таблица 6. Нечеткая оценка качественных показателей эффективности вариантов проекта технического перевооружения*

Качественные показатели	Покупка оборудования			Использование аутсорсинга		
	вариант					
	1	2	3	4	5	6
Возможность оперативной связи	(0,67;0,77;0,87)	(0,63;0,73;0,83)	(0,73;0,83;0,93)	(0,8;0,9;1)	(0,7;0,8;0,9)	(0,53;0,63;0,73)
Квалификация персонала	(0,57;0,67;0,77)	(0,57;0,67;0,77)	(0,57;0,67;0,77)	(0,77;0,87;0,9)	(0,8;0,9;1)	(0,73;0,83;0,93)

Количественные показатели: срок гарантии, продолжительность работы на Российском рынке, стоимость оборудования и т.д. – задаются в числовом диапазоне.

Для оценки коэффициента технической прогрессивности из общего перечня параметров характеризующих оборудование экспертами были выделены наиболее значимые параметры: мощность генератора, облучаемая площадь образца, количество одновременно загружаемых образцов, среднее время анализа одного образца, основная аппаратурная погрешность. Оценка коэффициента технической прогрессивности Рентгенофлюоресцентного энергодисперсионного спектрометра EDX-800 составила 1,58, спектрометра рентгенофлюоресцентного EDX-3600L (Sku-ray) - 2,04, энергодисперсионного рентгенофлюоресцентного спектрометра ARL QUANT'X (Thermo Scientific) – 1,75.

Нечеткие значения количественных показателей эффективности группы «внутренние бизнес-процессы» представлены в таблице 7.

*Таблица 7. Нечеткие значения количественных показателей группы «внутренние бизнес-процессы».*

Показатели	Покупка оборудования					
	вариант					
	1	2	3	4	5	6
Объем выполняемых работ, шт.	(0,8;0,9; 1)	(0,8;0,9; 1)	(0,8;0,9; 1)	(0,8;0,9;1)	(0,8;0,9; 1)	(0,8;0,9;1)
Коэффициент загрузки**	(0,20;0,23;0,25)	(0,17;0,19;0,21)	(0,13;0,21;0,28)	-	-	-
Срок поставки оборудования, дн.**	(100;105;120)	(90;110;130)	(95;112;125)	-	-	-

Срок выполнения заказа, дн*	-	-	-	(1;2;3)	(1;1;3)	(1;2;4)
Коэффициент технической прогрессивности оборудования	(1,58;1,58;1,58)	(2,04;2,04;2,04)	(1,75;1,75;1,75)	(1,58;1,58;1,58)	(1,58;1,58;1,58)	0,86
Максимально возможное количество проведенных испытаний (исследований) в сутки, шт.	(15;18;19)	(10;18;23)	(12;20;22)	(17;18;20)	(16;18;20)	(14;18;22)
Срок полезного использования оборудования, дн.**	(8;8;8)	(9;9;9)	(8;8;8)	-	-	-

\* – показатель, оцениваемый только при покупке оборудования, \* – показатель, оцениваемый только при использовании аутсорсинга

Поскольку рассматриваемые количественные показатели имеют различные единицы измерения, переведем их в безразмерные значения.

*Таблица 8. Исходные данные для интегральной оценки эффективности вариантов проекта ТП по группе показателей «внутренние бизнес-процессы» в нечетко-множественном представлении*

	Покупка оборудования				Использование аутсорсинга			
	Вес	Вариант			Вес	Вариант		
		1	2	3		4	5	6
Объем выполняемых работ, шт.	0,25	(0,8;0,9;1)	(0,8;0,9;1)	(0,8;0,9;1)	0,25	(0,8;0,9;1)	(0,8;0,9;1)	(0,8;0,9;1)

Коэффициент загрузки**	0,11	(0,71;0,82; 0,89)	(0,61;0,68; 0,75)	(0,46;0,75;1)	-	-	-	-
Срок поставки оборудования, дн.**	0,13	(0,75;0,86; 0,9)	(0,69;0,82; 1,0)	(0,72;0,80; 0,95)	-	-	-	-
Срок выполнения заказа, дн.*	-	-	-	-	0,23	(0,33;0,47; 0,67)	(0,47;0,67;1)	(0,07;0,47; 0,67)
Коэффициент технической прогрессивности оборудования	0,23	(0,77;0,77; 0,77)	(1;1;1)	(0,86;0,86; 0,86)	0,33	(0,77;0,77; 0,77)	(0,77;0,77; 0,77)	(0,77;0,77; 0,77)
Максимально возможное количество проведенных испытаний (исследований) в сутки, шт.	0,19	(0,65;0,78; 0,83)	(0,43;0,78; 1,0)	(0,52;0,87; 0,96)	0,19	(0,74;0,78; 0,87)	(0,70;0,78; 0,87)	(0,61;0,78; 0,96)
Срок полезного использования оборудования, дн.**	0,09	(0,89;0,89; 0,89)	(1;1;1)	(0,89;0,89; 0,89)	-	-	-	-

Интегральная оценка проектов технического перевооружения по группе показателей «внутренние бизнес-процессы» представлена в таблице 9.

*Таблица 9. Интегральная оценка вариантов проекта технического перевооружения по группе показателей «внутренние бизнес-процессы»*

Варианты проекта ТП	Интегральная оценка по группе показателей «внутренние бизнес-процессы» в нечетко-множественном представлении
Покупка оборудования	
Вариант 1	(0,76;0,83;0,88)
Вариант 2	(0,76; 0,87; 0,97)
Вариант 3	(0,72; 0,85; 0,94)
Использование аутсорсинга	
Вариант 4	(0,65; 0,75;0,82)
Вариант 5	(0,70; 0,78;0,90)
Вариант 6	(0,59; 0,74;0,84)

Для того чтобы произвести ранжирование вариантов проекта ТП по группе показателей «внутренние бизнес-процессы», рассчитаем критерий «ожидаемое значение-дисперсия» варианта 1 по формуле 4. Нечеткие значения упорядочиваются по возрастанию величин (табл. 10).

*Таблица 10. Результаты ранжирования вариантов проекта технического перевооружения по группе показателей «внутренние бизнес-процессы» с учетом риска*

Варианты реализации проекта	Интегрированный показатель	Критерий ранжирования	Ранг
Покупка оборудования			
Вариант 1	(0,76;0,83;0,88)	0,8022	2
Вариант 2	(0,76; 0,87; 0,97)	0,8255	1
Вариант 3	(0,72; 0,85; 0,94)	0,7984	3
Использование аутсорсинга			
Вариант 4	(0,65; 0,75;0,82)	0,6981	6
Вариант 5	(0,70; 0,78;0,90)	0,7581	4
Вариант 6	(0,59; 0,74;0,84)	0,7051	5



Таким образом, наиболее эффективным по группе показателей «внутренние бизнес-процессы» является вариант 2 (покупка оборудования).

Аналогично проводится оценка эффективности вариантов проекта технического перевооружения по остальным группам показателей.

После определения наиболее эффективных вариантов проекта технического перевооружения по различным аспектам, проводим расчет интегрального критерия привлекательности каждого варианта. В таблице 11 представлены исходные данные для расчёта интегрального критерия эффективности, в таблице 12 – результаты ранжирования вариантов проекта технического перевооружения по интегральному критерию.

*Таблица 11. Исходные данные для интегральной оценки эффективности вариантов проекта технического перевооружения по всем группам показателей в нечетко-множественном представлении*

Группы показате- лей	Вес	Покупка оборудования					
		вариант					
		1	2	3	4	5	6
Экономи- ческие аспекты	0,36	(0,32; 0,41; 0,57)	(0,33; 0,34; 0,50)	(0,28; 0,34;0, 50)	(0,53; 0,56; 0,60)	(0,58;0 ,63; 0,68)	(0,67;0 ,73; 0,79)
Взаимо- действие со сто- ронними организа- циями	0,24	(0,77; 0,80; 0,81)	(0,68; 0,72; 0,78)	(0,84; 0,88;0, 89)	(0,62; 0,65;0 ,79)	(0,62;0 ,76; 0,99)	(0,60;0 ,83; 0,87)
Внутрен- ние биз- нес- процессы	0,30	(0,76; 0,83; 0,88)	(0,76; 0,87; 0,97)	(0,72; 0,85; 0,94)	(0,65; 0,75;0 ,82)	(0,70; 0,78;0, 90)	(0,59; 0,74;0, 84)
Обучение и разви- тие	0,10	(0,68; 0,72; 0,75)	(0,64; 0,67; 0,73)	(0,64; 0,68;0, 72)	(0,68; 0,73; 0,81)	(0,72;0 ,77; 0,84)	(0,75;0 ,80; 0,85)

*Таблица 12. Интегральная оценка вариантов проекта технического перевооружения по всем группам показателей и результаты их ранжирования.*

Варианты реализации проекта	Интегрированный показатель	Критерий ранжирования	Ранг
	(0,60; 0,66; 0,74)	0,6348	3
Вариант 2	(0,57; 0,62; 0,73)	0,3641	6
Вариант 3	(0,58; 0,66; 0,75)	0,6270	5
		0,6351	4
Вариант 5	(0,64; 0,72; 0,84)	0,6858	2
Вариант 6	(0,64; 0,76; 0,83)	0,7129	1

Таким образом, наиболее эффективным вариантом проекта технического перевооружения при разработке и постановке продукции на производство ОАО «АПЗ» по всем группам показателей является вариант 6 (использование аутсорсинга). Поэтому наиболее целесообразно заключение контракта на использование услуги аутсорсинга с Арзамасским политехническим институтом (филиал) НГТУ (оборудование – Рентгенофлюоресцентный энергодисперсионный спектрометр EDX-800), вместо приобретения оборудования, либо заключения контракта с другими аутсорсерами.

## Литература

1. АНЬШИН В.М., ДЕМКИН И.В., НИКОНОВ И.М., ЦАРЬКОВ И.Н. *Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности.* - М.: Издательский центр МАТИ, 2007.- 117с.
2. ЗАДЕ Л. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.*- М.: Мир, 1976.-168с.

3. *Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (Вторая редакция).* - М.: Экономика, 2000.

4. ТЕПЛОВА Т.В. *7 ступеней анализа инвестиций в реальные активы. Российский опыт.* - М.: Эксмо, 2009.-368с.

5. ЧЕРНОВ В.Г. *Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств.* - М.: Горячая линия-Телеком, 2007.- 312с.

## **METHODOLOGY OF INTEGRATED ASSESSMENT OF EFFECTIVE STI VARIANTS OF REALIZATION OF PROJECTS OF TECHNICAL REEQUIPMENT IN THE DEVELOPMENT AND DELIVERY OF PRODUCTS FOR PRODUCTION**

**Olga Glebova** The Arzamas Polytechnic Institute (branch) of the Nizhny Novgorod state technical University for the Humanities them. Alexeev, Arzamas, doctor of economic Sciences, associate Professor. (gov-arzamas@yandex.ru)

**Liliya Boriskova** The Arzamas Polytechnic Institute (branch) of the Nizhny Novgorod state technical University for the Humanities them. Alexeev, Arzamas, the candidate of economic Sciences, senior lecturer (boriskova-arz@mail.ru )

*Abstract: In the article the technique of multi-criteria assessment of the effectiveness of variants of realization of projects of technical re-equipment on the implementation of the research and test equipment. The method takes into account the factors of risk and uncertainty in the economic aspects of interaction with external organizations, internal business processes, training and development on the basis of fuzzy sets. The technique allows to increase the validity of the choice of realization of the project of technical re-equipment in the development and production of new products.*

**Keywords:** technical reequipment deposits, integrated assessment, outsourcing.