



СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОРМИРУЮЩИХ ИННОВАЦИОННОСТЬ ПРОДУКЦИИ

Назаревич С.А. – к.т.н., доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Поляков С.Л. – к.т.н., доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

Аннотация: В статье представлены результаты анализа инновационности свойств наукоемкой продукции. Описаны характерные особенности различных видов деятельности при формировании потенциала результатов научно-технических исследований.

Ключевые слова: инновация, новая продукция, качество, научная деятельность.

Проблемная область. Усовершенствование характеризуется незначительным изменением структуры исследуемого объекта, при воздействии на процессы развития его функциональных характеристик. Довольно часто возникает эффект ошибочного восприятия новой продукции как инновации из-за локальной новизны ее технических характеристик, но при детальном анализе, форма новой продукции будет соответствовать модернизации, до лучших конкурентных образцов. Инновации генерируют новый качественный прорыв, приводящий к изменению всю технологию производства и созданию новых технических характеристик объекта [1].

Вопросы различия новых видов продукции и выявления факторов инновационности основаны на оценке потенциала существующей продукции на этапе подготовки производства, а также разработке инструментария оценочных средств по мониторингу перспективности научно-производственных процессов в соответствии с рыночной конъюнктурой.

Актуальность. Оценка соответствия разрабатываемой продукции содержанию технического задания проводится по результатам предварительных и приемочных испытаний новой продукции. Довольно часто из-за растягивания сроков производства и проведения программы испытаний моральные характеристики продукции теряют актуальность. Оценка инновационности и перспективности новой продукции происходит на основании неструктурированного набора критериев, которые не отражают в полной мере свойства исследуемого объекта, а также не учитывают интеллектуальный вклад и деловые качества персонала предприятия. Разработка новых моделей и методик оценки результативности и перспективности деятельности научных, инновационных и производственных предприятий является актуальной задачей на современном этапе развития мировой экономики [2], их использование позволит решить задачи производственного менеджмента [3] в части разработки конкурентоспособной продукции в условиях экономических и технических рисков.

Основные положения. В результате проведенного анализа нормативно-технической базы документов [6] регламентирующих инновационную, научную и инженерную деятельность, выявлены характерные отличия критериев предъявляемых к функциональным характеристикам новой продукции в различных видах деятельности. Анализ включал исследование наиболее распространенных методик оценки результативности научно-производственной деятельности и моделей развития инновационных процессов.

На основании проведенного анализа уточнены элементы научно-производственной деятельности (НПД):

$$\text{НПД} = F(\text{НД}, \text{ИД}, \text{ИПД}),$$

где *НД* – научная деятельность (результаты фундаментальных и прикладных исследований, опытно-конструкторских разработок, изобретения, полезные модели, промышленные образцы), *ИД* – инновационная деятельность (базовые, улучшающие и псевдоинновации), *ИПД* – инженерно-производственная деятельность (модернизация, усовершенствование, модификация).

Каждый элемент НПД описывает различные результаты деятельности свойственные группе определяющей форму новшества [4,5].



Таблица 1. Составляющие научно-производственной деятельности

Группы критериев	Критерии (I_i)	Группы НРД	Результаты НД	Формы продукции	
Критерии, отражающие новизну продукции	Инновационный уровень			Изобретение	
	Научно-технический уровень			Полезная модель	
	Изобретательский уровень			Промышленный образец	
Критерии, отражающие конкурентоспособность продукции	Коммерческая реализуемость		Результаты ИД	Базовая инновация	
	Промышленная применимость			Улучшающая инновация	
	Оригинальность			Псевдоинновация	
				Результаты ИПД	Модернизация
					Модификация
Усовершенствование					

На основании анализа критериев для каждой формы новшества была сформирована база критериев для оценки новизны и конкурентоспособности продукции, к которой отнесены изобретательский, инновационный и научно-технический уровни. Группу критериев конкурентоспособности образуют промышленная применимость, коммерциализуемость и оригинальность. При оценке весовых коэффициентов для расчета частных показателей использованы результаты опроса экспертной группы, включающей в свой состав высококвалифицированных специалистов в области организации производства [3], маркетинга, инноватики и охраны результатов интеллектуальной деятельности.

Интегральная оценка результатов НРД включает ряд обобщенных критериев: инновационный уровень, изобретательский уровень, научно-техническая новизна, коммерческая реализуемость, промышленная применимость, оригинальность. Формирование интегрального критерия оценки потенциала новшества I_E выполняется путем агрегирования обобщенных критериев.

Интегральная оценка результатов НРД описывается структурной декомпозицией, представленной в обобщенных критериях:

$$I_E = F(I_{\text{инн.уровень}}, I_{\text{из.уровень}}, I_{\text{нту}}, I_{\text{кр.уровень}}, I_{\text{пром.примен.}}, I_{\text{оригинальность}})$$

интегральный критерий – функция обобщенных

критериев $I_i : I_{\text{инн.уровень}}, I_{\text{из.уровень}}, I_{\text{нту}}, I_{\text{кр.уровень}}, I_{\text{пром.примен.}}, I_{\text{оригинальность}}$ формируют математическую модель оценки новшества:

$$I_i = F(I_{i1}, \dots, I_{i6}) : \sum_{i=1}^6 I_i = I_E \in (ИД), (НД), (ИПД)$$

где I_i – совокупность обобщенных критериев, i – порядковый номер критерия, F – функционал обобщенных критериев, I_E – интегральный критерий оценки потенциала новшества.

Для классификации выявленные характеристики сопоставляются с интервалами оценки уровней новшества, каждый из которых определяет достаточность исследуемого потенциала. Для оценки потенциала новшества используется интегральный критерий, на основании численного значения которого определяется интервал оценки новшества, характеризующий требуемую форму новшества. Для выявления перспективности потенциала характеристики новшества используется аппарат нечеткой логики, при уточнении формы новшества применяется нечеткие интервалы оценки. Интегральный критерий определяется как сумма результатов шести методик оценки потенциала.



Определенное точечное значение интегрального критерия сравнивается с интервалом шкалы оценки, таким образом, определяется форма новшества. Численные характеристики I_E сопоставляются с интервалами оценочной шкалы. При достаточности оцениваемого значения устанавливается принадлежность объекта исследования определенному классу.

Таблица 2. Интервальные значения результатов НПД

Интервалы оценки новшества	Форма новшества	Нечеткие интервалы
$0,00 < I_E < 19,9$	Модификация	$0,00 < I_E < 21,0$
$20,0 < I_E < 26,9$	Псевдоинновация	$19,9 < I_E < 26,0$
$27,9 < I_E < 30,0$	Промышленный образец	$25,0 < I_E < 32,0$
$30,0 < I_E < 38,0$	Усовершенствование	$30,0 < I_E < 40,0$
$39,9 < I_E < 44,0$	Модернизация	$38,9 < I_E < 45,0$
$44,0 < I_E < 49,9$	Полезная модель	$44,0 < I_E < 50,0$
$49,9 < I_E < 59,9$	Улучшающая инновация	$49,9 < I_E < 60,0$
$60,0 < I_E < 70,0$	Изобретение	$59,9 < I_E < 71,0$
$77,9 < I_E < 90,0$	Базовая инновация	$70,0 < I_E < 90,0$

Для автоматизации процедуры оценки потенциала новшества использован язык программирования R, рабочая среда RStudio.

Области определения настроены для шести методик оценки и выходных значений:

$U_1 \in [0;10]$ - интервал для инновационного и изобретательского уровней, коммерческой реализуемости, оригинальности;

$U_2 \in [0;30]$ - интервал для научно-технического уровня;

$U_3 \in [0;25]$ - интервал промышленной применимости;

$U_4 \in [0;90]$ - отображает итоговый интервал оценки потенциала новшества.

Для каждой из разработанных методик получены функции принадлежности, а также приведен итоговый график отображающий потенциал новшества.

Получены функции принадлежности для различных форм новшества. Для удобного описания и анализа форм новшества выбрана трапецевидная функция принадлежности по четырем параметрам определяющим положение исследуемого потенциала новшества.

Соответствие внутренних характеристик исследуемого новшества объектам, принадлежащим некоторым множествам, определяется на основании функции принадлежности.

Для каждой из разработанных методик получены функции принадлежности в виде графиков, а также приведен итоговый график отображающий потенциал новшества Процедура установки нечетких интервалов для проведения оценки новшества и отображения графической интерпретации полученных данных проводилась в рабочей среде RStudio.

$$\mu_{L1} = \begin{cases} y=1, \text{если } 0 < x < 19 \\ \frac{19-x}{21-19} \text{ если } 19 < x < 21 \\ y=0 \text{ если } x > 21 \end{cases}$$

$$\mu_{L2} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 19 \\ \frac{x-19}{20-19} \text{ если } 19 < x < 20 \\ y=1, \text{если } 20 < x < 25 \\ \frac{26-x}{26-25} \text{ если } 25 < x < 26 \\ y=0 \text{ если } x > 26 \end{cases}$$

$$\mu_{L3} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 25 \\ \frac{x-25}{27-25} \text{ если } 25 < x < 27 \\ y=1, \text{если } 27 < x < 30 \\ \frac{32-x}{32-30} \text{ если } 30 < x < 32 \\ y=0 \text{ если } x > 32 \end{cases}$$



$$\mu_{L4} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 30 \\ \frac{x-30}{32-30} \text{ если } 30 < x < 32 \\ y=1, \text{если } 32 < x < 38 \\ \frac{40-x}{40-38} \text{ если } 38 < x < 40 \\ y=0 \text{ если } x > 40 \end{cases}$$

$$\mu_{L5} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 38 \\ \frac{x-38}{40-38} \text{ если } 38 < x < 40 \\ y=1, \text{если } 40 < x < 44 \\ \frac{45-x}{45-44} \text{ если } 44 < x < 45 \\ y=0 \text{ если } x > 45 \end{cases}$$

$$\mu_{L6} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 44 \\ \frac{x-44}{45-44} \text{ если } 44 < x < 45 \\ y=1, \text{если } 45 < x < 49 \\ \frac{50-x}{50-49} \text{ если } 49 < x < 50 \\ y=0 \text{ если } x > 50 \end{cases}$$

$$\mu_{L7} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 49 \\ \frac{x-50}{50-49} \text{ если } 49 < x < 50 \\ y=1, \text{если } 50 < x < 59 \\ \frac{60-x}{60-59} \text{ если } 59 < x < 60 \\ y=0 \text{ если } x > 60 \end{cases}$$

$$\mu_{L8} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 59 \\ \frac{x-59}{60-59} \text{ если } 59 < x < 60 \\ y=1, \text{если } 60 < x < 70 \\ \frac{71-x}{71-70} \text{ если } 70 < x < 71 \\ y=0 \text{ если } x > 71 \end{cases}$$

$$\mu_{L9} = \begin{cases} y=0, \text{если } x < 70 \\ \frac{x-70}{71-70} \text{ если } 70 < x < 71 \\ y=1, \text{если } 71 < x < 90 \\ \frac{91-x}{91-80} \text{ если } 90 < x < 91 \\ y=0 \text{ если } x > 91 \end{cases}$$

Рисунок 1. Функции принадлежности для форм новшества (L1 - Модификация, L2 - Псевдоинновация, L3 - Промышленный образец, L4 - Усовершенствование, L5 - Модернизация, L6 - Полезная модель, L7 - Улучшающая инновация, L8 - Изобретение, L9 - Базовая инновация).

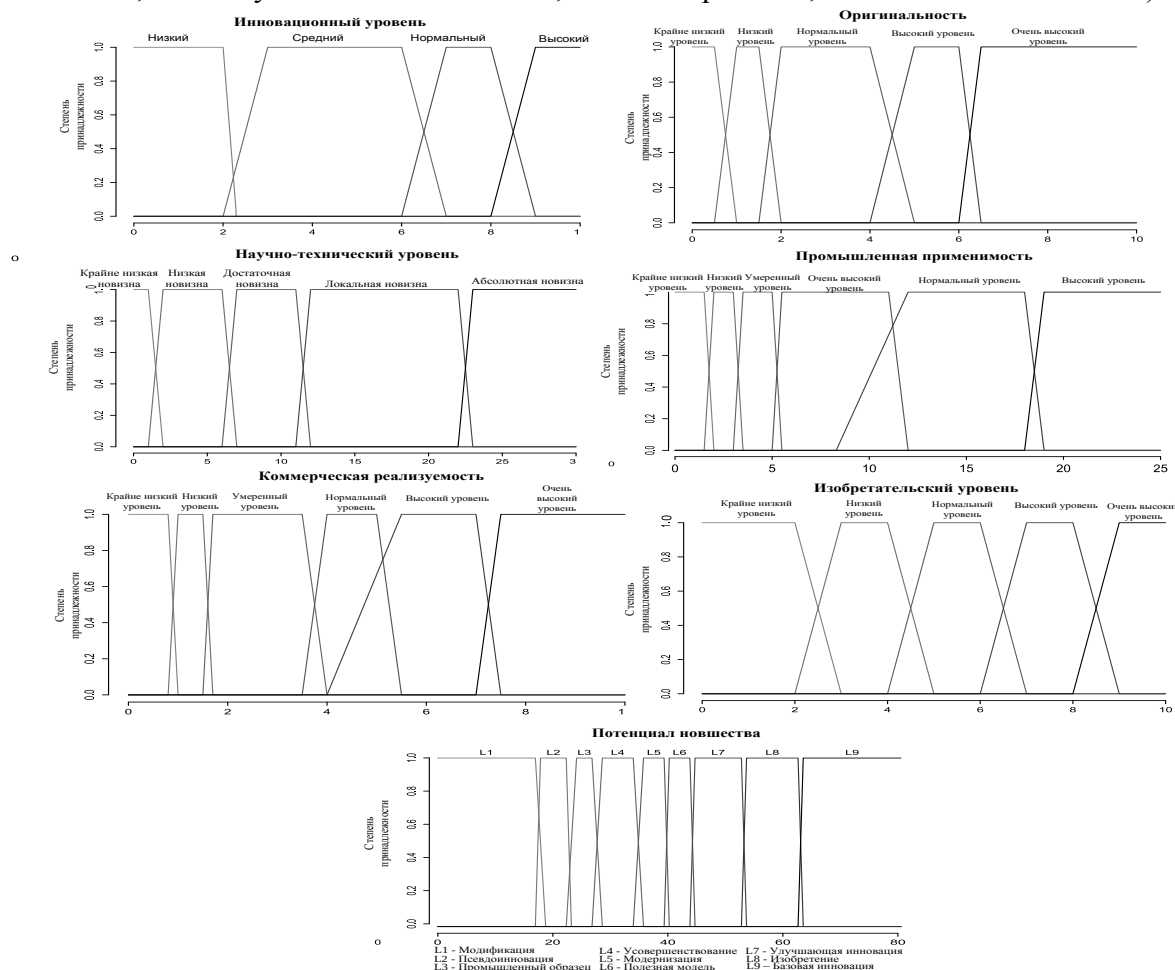


Рисунок 2. Графики функций принадлежности для форм новшества [4,5]

Для каждой формы новшества определены функции принадлежности, характеризующие потенциал новшества, в виде трапеции. Таким образом, определяется потенциал новшества и форма его представления. В результате проведенного исследования предложены подходы к определению функций принадлежности исследуемого объекта по перечню критериев, на основании достаточности которых происходит процесс идентификации и отношению к существующему классу.



Представлен анализ результата оценки проекта «Свето-вегетационная установка для выращивания растений». Определены все числовые значения, характеризующие свойства исследуемой продукции, на основании расчета интегрального критерия классифицирована форма продукции и представлены рекомендации.

Таблица 3. Оценка проекта «Технология круглогодичного производства в культивационных сооружениях высококачественной экологически безопасной растительной продукции»

Наименование критерия оценки	Значение	Уровень
Изобретательский уровень	10,00	Достаточный
Научно-технический уровень	19,79	Достаточная новизна
Инновационный уровень	7,40	Нормальный уровень
Промышлен. применимость	8,79	Нормальный уровень
- Техн. уровень новшества	0,98	Умеренный уровень
- Техн. уровень предприятия	7,8	Высокий уровень
Оригинальность	6,10	Высокий
Коммерческая реализуемость	4	Нормальный уровень



КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ЛИСТ

Наименование	I_E	Вид базовый	Вид фактический	СВУВР Степень принадлежности 0.0 0.4 0.8 20 30 40 50 60
СВУВР	56,6	ИД	ИД	
	$49,9 < I_E < 60,0$	Улучшающая инновация		
$I_E = 56,6 (1,53), (0,7;62), A$ улучшающая инновация				

РЕКОМЕНДАЦИИ

Научно-технический уровень	Привлечь молодых специалистов, увеличить количество публикаций
Инновационный уровень	Использование комбинаций технических решений в отдельных узлах
Коммерческая реализуемость	Внедрить регулярную систему маркетинга, личное лоббирование

Результатом анализа новшества является оценка $I_E = 56,62$, что свидетельствует о принадлежности к техническому решению в виде улучшающей инновации с возможностью патентной защиты до уровня полезной модели.

Закключение. На основании комплексной методики системного анализа потенциала новшества, используя численное значение интегрального критерия, устанавливается группа результатов научно-производственной деятельности и определяется форма новой продукции. Величина потенциала новшества позволяет разработать рекомендации для совершенствования собственных характеристик новой продукции при планировании организации серийного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаревич С.А. Методика оценки инновационности продукции. Фундаментальные исследования. 2015. № 3-0. С. 119-123.
2. Батьковский А.М., Тельнов Ю.Ф., Сотникова А.В. Оптимизация организации научноисследовательской деятельности в обороннопромышленном комплексе. Вопросы радиоэлектроники. 2015. № 11 (11). С. 118-141.
3. Маркелова, Н.В. Оценка качества подготовки специалистов контрактного производства электроники по программам повышения квалификации / Г.И. Коршунов, Н.В. Маркелова // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования» № 2. – М. – 2014. – С.7



4. Nazarevich S., Smirnova M., Tushavin V. Integral criteria for evaluation of scientific and technical research. International Journal for Quality Research. 2015. Т. 9. № 3. С. 467-480.
5. Semenova E.G., Nazarevich S.A., Smirnova M.S., Tushavin V.A. Decision support in selecting alternative innovative projects В сборнике: Synergy of science and society in the XXI century Proceedings of the International scientific and practical conference. St. Louis, Missouri, USA, 2015. С. 131-138.
6. Чабаненко, А.В. Стандартизация наукоемкой продукции / А.В. Чабаненко // Стандарты и качество. Изд-во: ООО «РИА «Стандарты и качество», ISSN 0038-9692, М. – № 1. – 2015. — С. 95.