

УДК 65.012

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-180

*Культин Никита Борисович*¹,

канд. техн. наук, доцент;

*Сурина Алла Валентиновна*²,

канд. техн. наук, доцент

МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕДПРИЯТИЯ

^{1, 2} Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого;

¹ kultin_nb@sbpstu.ru, ² surina_av@spbstu.ru

Аннотация. Рассмотрены модели и инструменты управления портфелем технологий предприятия. Показано, что для решения задач управления технологическим портфелем возможно и правомерно использование моделей и инструментария проектного управления. Установлено, что используемые на практике методы формирования портфеля технологий рассматривают проекты как независимые; игнорирование связей приводит к неадекватности модели и неверным управленческим решениям. Показано, что применение статистических методов ограничено недостаточным объемом статистики, необходимой для анализа технологии. Установлено, что следует использовать методы группы когнитивной эмуляции. Предложено на этапе формирования портфеля технологий использовать экспертную систему.

Ключевые слова: портфель технологий, управление портфелем технологий, стратегия развития предприятия.

*Nikita B. Kultin*¹,
Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor;
*Alla V. Surina*²,
Candidate of Technical Sciences (PhD), Associate Professor

MANAGEMENT MODELS AND TOOLS ENTERPRISE TECHNOLOGY PORTFOLIO

^{1,2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia;
¹ kultin_nb@sbpstu.ru, ² surina_av@sbpstu.ru

Abstract. Models and tools for managing an enterprise technology portfolio are considered. It is shown that to solve problems of technology portfolio management it is possible and legitimate to use project management models and tools. It has been established that the methods used in practice for forming a portfolio of technologies consider projects as independent; ignoring connections leads to inadequacy of the model and incorrect management decisions. It is shown that the use of statistical methods is limited by the insufficient volume of statistics necessary to analyze the technology. It has been established that methods of the cognitive emulation group should be used. It is proposed to use an expert system at the stage of forming a portfolio of technologies.

Keywords: technology portfolio, technology portfolio management, enterprise development strategy.

Введение

Повышение конкурентоспособности промышленных предприятий является одной из важнейших целей современной экономики, что возможно только при условии модернизации и развития производства путём технологического переоснащения, разработки и внедрения новых технологий. Совокупность технологий, которыми обладает предприятие, составляет его технологический портфель. Чтобы быть лидером, удерживать позиции на рынке и успешно развиваться, предприятию необходимо своевременно выявлять, внедрять и использовать новые технологии — формировать и поддерживать в актуальном состоянии портфель технологий.

Целью исследования является анализ моделей и инструментов формирования технологического портфеля предприятия.

Материалы исследования. Портфель проектов является одним из инструментов, позволяющих определить наиболее выгодный вектор развития компании в направлении достижения стратегических целей [9]. В настоящее время управление портфелем проектов широко применяется в различных областях. Инструменты портфельного управления универсальны и позволяют внедрить стандарты, подстраиваясь под особенности каждой компании. При этом особое значение имеет сложность этапа формирования портфеля проектов, которая непосредственно влияет на успешность внедрения портфельного управления. Этап формирования

является ключевым при управлении портфелем проектов. Связано это, в первую очередь с тем, что портфель проектов представляет собой сложную слабоструктурированную открытую систему, в которой отдельные проекты взаимозависимы. Существующие решения задачи формирования портфеля проектов не учитывают в полной мере влияние данных факторов.

Переход к портфельному управлению, как правило, повышает эффективность использования ограниченных ресурсов предприятия. При этом следует обратить внимание на то, что добиться быстрого эффекта от внедрения портфельного управления достаточно сложно. Для того чтобы получить желаемый эффект необходимо сформировать эффективный портфель проектов (технологий).

При формировании портфеля технологий управленческие решения, как правило, принимаются в условиях неопределенности, неполной или недостоверной информации, что затрудняет, а зачастую делает невозможным применение аналитических методов. Для оценки технологического и коммерческого потенциала технологий обычно привлекаются эксперты, что делает процесс экспертизы длительным и дорогим [6]. Наличие субъективного фактора повышает вероятность ошибочного результата экспертизы, что часто приводит к прямым экономическим потерям вследствие переоценки потенциала технологии или упущенной прибыли, в случае недооценки технологии. Многие новые технологии создаются на стыке наук, представляют собой совокупность связанных между собой более «мелких», «элементарных» технологий, т. е. фактически при анализе, выборе и внедрении некоторой технологии речь идет не об отдельной технологии, а о портфеле технологий, что повышает цену решения об использовании или об отказе применения технологии.

Технология как основа конкурентоспособности предприятия. Технология, в широком понимании, — применение научного знания для решения практических задач.

В рамках данного исследования рассматриваются инновационные технологии. Поэтому в основу предлагаемой классификации технологий положена классификация инноваций [8].

Технология включает в себя способ выполнения работы, её режим и последовательность действий. Таким образом, технологию можно рассматривать как некоторый проект, содержащий в себе всю необходимую информацию для принятия решения при формировании портфеля проектов или *портфеля технологий*.

Следовательно, можно предположить, что методы и модели формирования портфеля технологий могут базироваться на подходах, используемых при формировании портфеля проектов.

Портфель технологий. Совокупность технологий, которыми обладает компания, составляет ее технологический портфель.

Рассматривая технологию как проект, оценить эффективность ее внедрения можно на основе принятых для оценки проектов показателей эффективности инвестиций. В большинстве случаев окупаемость инвестиций в технологию достигается за счет продукта, произведенного с использованием этой технологии. Однако цена продукта, объем сбыта, а зачастую и сам продукт, на этапе принятия решения об инвестировании неизвестны и, следовательно, рассчитать показатели эффективности инвестиций невозможно. Следовательно, критерии оценки технологии должны учитывать: долгосрочные цели компании; ценность проекта для компании; финансовые показатели проекта; сложность и потенциал проекта.

Этап формирования портфеля проектов является ключевым, так как совокупность проектов, образующих проект, определяет дальнейшую судьбу компании.

1. Модели и методы формирования портфеля проектов

В рамках работы был проведен анализ публикаций [1–3], в результате которого были выделены и разделены по группам применяемые на практике модели формирования портфеля проектов.

Модели формирования портфеля проектов можно разделить на следующие группы:

- модели измерения выгод (предпочтений);
- модели математического программирования;
- модели когнитивной эмуляции;
- имитационное моделирование и эвристика;
- метод реальных опционов.

Каждый из методов имеет свои особенности, преимущества перед другими методами и недостатки, что определяет частоту их использования. В большинстве случаев существующие методы, на этапе формирования портфеля, рассматривают проекты как независимые, не учитывая, что проекты зачастую имеют связи и их игнорирование приводит к огрублению модели.

В процессе анализа литературы была проведена категоризация методов и моделей формирования портфеля проектов. Первичным критерием для отбора методов является частота их упоминания при решении задачи формирования портфеля проектов. Последующий анализ позволил сгруппировать методы и модели по общим признакам в соответствии с методом их применения. Далее методы и модели были ранжированы по степени сложности их использования (табл. 1). Сложность модели опре-

деляет как скорость, так и качество рекомендаций о включении технологии в портфель. Чем сложнее метод (модель), тем меньшее влияние оказывает эксперт, использующий метод, на конечный результат. Вместе с тем, чем сложнее методы и модели, тем сильнее их зависимость от степени проработанности модели и качества исходных (входных) данных.

На практике при формировании портфеля технологий, как правило, используются наиболее простые модели не учитывающие синергетический эффект отдельных технологий, образующих портфель [1, 2]. Учет связей и взаимовлияния технологий, образующих портфель, позволяет сформировать сбалансированный, с минимальной избыточностью, портфель технологий.

Таблица 1

Сложность методов и моделей формирования портфелей проектов

Группа методов	Сложность группы	Метод (модель)	Сложность метода (модели)
Методы измерения предпочтений	1	1.1. Сравнительные модели	1
		1.2. Подсчет очков	2
		1.3. Традиционные экономические модели	3
Методы математического программирования	2	2.1. Линейное программирование	1
		2.2. Нелинейное программирование	2
		2.3. Целочисленное программирование	3
		2.4. Целевое программирование	4
		2.5. Динамическое программирование	5
		2.6. Стохастическое программирование	6
		2.7. На основе нечёткой логики	7
Метод реальных опционов	3	3.1. Уравнения с частными производными (Модель ценообразования опционов Блэка-Шоулза, Конечная разность)	1
		3.2. Биномиальная модель оценивания опционов	2
		3.3. Оценка опционов методом Монте-Карло	3
Когнитивная эмуляция	4	4.1. Дерево решений	1
		4.2. Теория игр	2
		4.3. Методы экспертного оценивания (Дельфи, коллективные методы принятия решения, метод (Кука-Сейфорда) влияния и порядкового пересечения)	3
		4.4. Статистические методы (дискриминантный анализ, регрессионный анализ, кластерный анализ)	4
		4.5. Экспертные системы	5
		4.6. Анализ процесса принятия решений	6
Имитационное моделирование и эвристика	5	5.1. Метод Монте-Карло	1
		5.2. Системная динамика	2
		5.3. Эвристика	3

Анализ используемых моделей и методов формирования портфеля проектов позволяет сделать вывод, что нет единого универсального метода, поскольку каждый из них имеет недостатки. В методах измерения предпочтений к недостаткам следует отнести невозможность учитывать социальные, политические и экологические эффекты из-за необходимости их выражения в денежном эквиваленте. Методы математического программирования требуют точных исходных данных. Для когнитивной эмуляции это — отсутствие методики проектирования и расчета нечетких систем, экспоненциально возрастающая сложность при увеличении входных переменных и невозможность математического анализа нечетких систем существующими на данный момент методами. В случае имитационного моделирования, полученные данные всегда носят частный характер, так как результат зависит от проработанности структуры, алгоритмов поведения и значений параметров системы. Что касается метода реальных опционов, недостатком данных моделей является то, что излишняя гибкость в решениях приводит к частому пересмотру планов и, как следствие, к потере стратегического ориентира.

На практике наиболее широко используются методы формирования портфелей проектов, которые сводятся к решению задачи о ранце, о распределении ресурса в сетях, задачи минимизации упущенной выгоды, задачи самофинансирования [4]. Также используется модель Марковица, оптимизационная модель формирования портфеля взаимосвязанных проектов, разработанная Дикинсоном, Торнтом и Грейвом, модель «риск-доходность», предложенная З. Радулеску и М. Радулеску. Существуют и другие подходы к решению задачи формирования портфеля проектов, например, на основе применения теории игр. Достоинства и недостатки рассмотренных моделей приведены в таблице 2.

Анализ сложности методов (табл. 1), их достоинств и недостатков (табл. 2) позволяет сделать вывод, что для формирования портфеля технологий следует использовать методы, относящиеся к группе когнитивной эмуляции. С учетом описанной выше специфики технологии, как объекта принятия решения, при формировании портфеля технологии следует использовать методы экспертного оценивания. Также возможно применение экспертных систем, как инструмента поддержки принятия решения [5, 7].

Характеристики моделей формирования портфеля проектов

Модель	Достоинства	Недостатки
Модель Марковица	- принятие решения на основе статистики	- отсутствие статистики в новых областях - только качественные критерии
Задача «риск-доходность»	- направлена на управление независимыми проектами - реализована как программный пакет PROSEL	- модель трудно решить аналитически
Модель селекции проектов Бари-Девиса	- учитывает зависимость проектов (выполнение одного от другого)	- подходит только для информационных систем
Оптимизационная модель формирования портфеля взаимосвязанных проектов	- учет факторов неопределенности через вероятности успеха проектов	- проекты рассматриваются как неделимые единицы
Формирование портфеля проектов на основе теории нечетких множеств	- позволяет учитывать количественные характеристики проектов, гибкость, ход реализации проекта	- не учитывает взаимозависимость проектов
Многокритериальная нечеткая модель формирования портфеля проектов	- функциональность	- сложность

Заключение

Проведенный в рамках исследования анализ инструментов и методов управления правления портфелями проектов и технологий, позволяет сделать следующие выводы:

1. Методы и модели формирования портфеля технологий могут базироваться на подходах, используемых при формировании портфеля проектов.

2. Используемые на практике методы формирования портфеля технологий рассматривают проекты как независимые, не учитывая тот факт, что технологии, как правило, имеют связи. Игнорирование наличия связей между проектами приводит к огрублению модели.

3. Для формирования портфеля технологий следует использовать методы, относящиеся к группе когнитивной эмуляции: метод Дельфи, коллективные методы принятия решения, метод влияния и порядкового пересечения (Кука-Сейфорда).

4. Применение статистических методов ограничено в связи с отсутствием или недостаточным объемом статистики, необходимой для анализа технологии и обоснования решения.

Одним из инструментов управления портфелем технологий на этапе формирования портфеля может быть экспертная система. Применение экспертной системы позволит сократить временные и материальные затраты на проведение экспертизы технологии с целью принятия решения о включении ее в технологический портфель предприятия, уменьшить влияние человеческого фактора. При помощи экспертной системы можно: оценить коммерческую привлекательность технологии; оценить длительность и стоимость проекта создания (внедрения) технологии; оценить перспективы технологии; дать рекомендацию о включении технологии в портфель.

Список литературы

1. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. – М.: ПМСОФТ, 2005.
2. Аньшин В.М. и др. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности. – М.: МАТИ, 2008. – 194 с.
3. Илларионов А., Клименко Э. Портфель проектов. – М.: Альпина Паблишер, 2013.
4. Культин Д.Н., Сурина А.В. Формирование портфеля проектов на основе различных типов проектов // Сборник материалов студенческой науч. конф. Информатика и кибернетика (ComCon-2016). – СПб.: Издательство СПбПУ, 2016.
5. Surina A., Kultin D., Kultin N. An expert system as a tool for managing technology portfolios // In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds.) Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol 95. – Cham: Springer, 2020. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_74.
6. Культин Н.Б. Искусственный интеллект в управлении инновационными проектами. // Инновации. – 2019. – № 12. – С. 99–103.
7. Kultin N.B. Expert systems in innovation project management: architecture and application // In: Vasiliev Y.S., Pankratova N.D., Volkova V.N., Shipunova O.D., Lyabakh N.N. (eds.) System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 442. – Cham: Springer, 2022. – DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_36.
8. Туккель И. Л. и др. Управление инновационными проектами. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 416 с.
9. Иванов А.А. и др. Управление проектами и технологиями. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 288 с.