

УДК 338.28

И. Ю. Новоселова

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва,
e-mail: iunov2010@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ НИР С УЧЕТОМ ИХ КОММЕРЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ И ВЕРОЯТНОСТИ СПРОСА

Ключевые слова: коммерческая ценность, НИР университета, вероятностная оценка, спрос, критерий оптимальности, коммерциализация, рентабельность инвестиций, механизм выбора проектов.

Анализ подходов к оценке коммерческой ценности и процедурам выбора прикладных НИР в план университетов в России и за рубежом показал, что системы критериев и подходы к выбору исследовательских проектов разные. В настоящей работе была поставлена и реализована цель создания минимальной системы оценок, позволяющей выявить коммерческие приоритеты НИР; надежной модели для формирования набора исследовательских работ для включения в план будущего года с учетом ограниченности финансирования. Авторами предложен вероятностная оценка дохода от реализации результатов прикладной НИР на основе предварительной экспертной оценки, сформирована математическая модель выбора НИР для включения в план будущего года по критерию максимизации вероятности их коммерциализации и приведен алгоритм поиска рационального решения поставленной задачи. На численном примере показан механизм формирования плана НИР с использованием разработанного подхода.

I. Yu. Novoselova

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
e-mail: iunov2010@yandex.ru

FORMATION OF RESEARCH PROJECTS CONSIDERING THEIR COMMERCIAL VALUE AND THE PROBABILITY OF DEMAND

Keywords: commercial value, university research, probabilistic assessment, demand, optimality criterion, commercialization, return on investment, project selection mechanism.

The analysis of approaches to the assessment of commercial value and procedures for the selection of applied research in the plan of universities in Russia and abroad showed that the criteria systems and approaches to the selection of research projects are different. In this paper, the goal was set and implemented to create a minimum evaluation system that allows identifying commercial priorities of research and development; a reliable model for forming a set of research works for inclusion in the next year's plan, considering limited funding. The authors proposed a probabilistic assessment of the income from the implementation of the results of applied research based on a preliminary expert assessment, formed a mathematical model of the selection of research for inclusion in the next year's plan according to the criterion of maximizing the probability of their commercialization, and provided an algorithm for finding a rational solution to the task. A numerical example shows the mechanism of forming a research plan using the developed approach.

Введение

Социально-экономическое развитие России должно базироваться на инновационных технологиях, направленных на замещение импортной продукции, создание принципиально новых технологических процессов производства, инновационных образцов техники и программных средств. Потребности в прикладных научных исследованиях в нашей стране как никогда велики и в реализации таких НИР должен быть задействован научный потенциал России, который состоит не только из научных работников и высококвалифицированных специалистов отраслевых и академических

научно-исследовательских институтов, но и профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений. Наиболее сложным в организационном аспекте является вовлечение в процесс выполнения коммерчески ценных прикладных НИР специалистов и ученых, работающих в университетах.

Российские университеты в последние десятилетия все более тесно вовлекаются в процесс научных исследований и разработок. Результаты научно-исследовательских работ, выполненных в вузовских коллективах востребованы на предприятиях различных отраслей, в научных организациях,

банковской сфере [1]. Вузовская наука, в отличие от академических и отраслевых исследовательских институтов занимается не только выполнением фундаментальных исследований, прикладных исследований, опытно-конструкторских разработок и оказанием консалтинговой помощи заказчикам, но и разработку новых учебных дисциплин, а также подготовку научно-педагогических кадров. Научные исследования воспринимаются профессорско-преподавательским составом университетов как необходимая предпосылка собственного интеллектуального роста и актуализации знаний, позволяющая актуализировать программы дисциплин и учебники (методы, технологии, алгоритмы и т.д.). В то же время, в вузах в научно-исследовательских разработках участвует около 19% от общего количества профессорско-преподавательского состава [2]. При этом за десять последних лет количество университетов, к которым проводятся НИР возросло вдвое и составило около 85%.

Источниками финансирования НИР выступают бюджетные средства, гранты различных фондов, заказы Корпораций и т.д. Приоритетность фундаментальных исследований оценивается экспертно и их результатом являются статьи в высокорейтинговых журналах, препринты и монографии. Представляется крайне важным проводить прикладные и опытно-конструкторские работы, которые имеют коммерческую ценность [3]. Спрос на такие работы во многом подтверждает их реальную значимость [4]. Проблема коммерциализации исследований и разработок, проводимых в университетах, актуальна не только для российских вузов. Зарубежные университеты также сталкиваются с необходимостью коммерческого распространения полученных научных результатов [5, 6]. Анализ зарубежных подходов и методик оценки возможностей коммерциализации результатов прикладных НИР показывает, что единого решения этой задачи нет, в каждом университете собственные показатели и методы определения приоритетности проектов прикладных НИР [7]. При этом общей базой, принимаемой во всех методиках, является применение экспертных оценок приоритетности предполагаемых исследований [8].

При формировании набора прикладных НИР для реализации в предстоящем кален-

дарном году традиционно ориентируются на систему критериев, по которым оцениваются проекты [9, 10]. Итоговые оценки позволяют найти балльную оценку проекта НИР и, исходя из возможностей финансирования, включить рассматриваемый проект в план научных исследований будущего года [11]. В данной процедуре имеются существенные недостатки:

- оценка прикладной НИР должна быть нацелена на коммерциализацию планируемого результата [12, 13];
- не учитывается вероятностный характер коммерциализации;
- не проводится системный процесс формирования плана прикладных НИР с позиции оптимального суммарного результата от коммерциализации результатов исследований и объема бюджетных средств университета, выделенных на проведение научных разработок.

Для преодоления указанных недостатков целесообразно проводить экспертную оценку проектов НИР для определения цены реализации полученных прикладных результатов и количества продаж [14]. Поскольку точная цена и количество продаж неизвестны, то необходимо рассматривать эти параметры как вероятностные.

Кроме того, необходимо связать выбор проектов прикладных НИР одновременно с их коммерческой ценностью и возможностью финансирования из бюджета университета. Выбор проектов с учетом указанных факторов должен быть оптимальным.

Механизм выбора набора прикладных НИР для включения в план научных исследований не должен быть громоздким, иметь прозрачные процедуры и возможности корректировки в случае изменения финансирования научных исследований.

Модель и алгоритм определения набора прикладных НИР с наибольшей суммарной коммерческой ценностью

Проекты прикладных НИР, имеющие коммерческую ценность, направлены на получение прибыли теми научными коллективами, которые выполняют эти работы. Предполагается, что НИР, имеющую коммерческую ценность выполняет коллектив ученых университета за счет средств ВУЗа. Для оценки результативности такой НИР необходимо провести оценку цены и возмож-

ного спроса на полученные результаты. Для оценки выручки от реализации НИР целесообразно сформировать группу экспертов $i = 1, 2, \dots, K$, которые должны ответить по какой цене и сколько раз будет приобретена разработка, полученная в результате выполнения i -ой НИР ($i = 1, 2, \dots, n$).

В результате анкетирования экспертов будут получены предполагаемые цены S_{ik} и объемы S_{ik} реализации результатов i -ой НИР. На основе полученных данных несложно оценить предполагаемую выручку от реализации результата i -ой НИР по мнению k -го эксперта: $V_{ik} = C_{ik} \times S_{ik}$.

Для обработки экспертной оценки следует определить минимальную и максимальную оценки выручки от реализации результата i -ой НИР по формулам:

$$\alpha_i^{\min} = \min_k \{V_{ik}\}, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\alpha_i^{\max} = \max_k \{V_{ik}\}, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Минимальное значение выручки от реализации результатов i -ой НИР (α_i^{\min}) будет заведомо достигнуто, тогда как превышение над минимальной выручкой в интервале от нуля до ($\alpha_i^{\max} - \alpha_i^{\min}$) является случайной величиной. Тогда случайное значение выручки от реализации результатов i -ой НИР можно определить по формуле:

$$P_i(\omega) = \alpha_i^{\min} + \omega \times (\alpha_i^{\max} - \alpha_i^{\min}), \\ i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

где ω – случайное число, соответствующее заданному закону распределения.

Если объем финансирования университетских прикладных НИР составляет B , то необходимо получить такую выручку от реализации результатов выполненных прикладных НИР, чтобы была обеспечена рентабельность инвестиций не менее заранее заданного уровня η :

$$\frac{\sum_{i \in G} P_i(\omega)}{B} \geq \eta \quad (4)$$

где G – множество включенных в план финансирования прикладных НИР.

При решении задачи формирования оптимального набора проектов НИР, которые обеспечат выполнение условия (4), искомыми переменными являются x_i , которые принимают значение 1, если i -ая НИР

включается в план или ноль – в противном случае. Поскольку выручка от реализации результатов НИР является величиной вероятностной, то необходимо максимизировать вероятность того, что рентабельность инвестиций будет не меньше заданного уровня рентабельности:

$$\Pr \left(\frac{1}{B} \sum_{i=1}^n P(\omega)_i x_i \geq \eta \right) \rightarrow \max \quad (5)$$

Использовать такой критерий в расчетах без дополнительных преобразований не представляется возможным, поэтому целесообразно сгруппировать детерминированные параметры отдельно от случайной величины:

$$\Pr \left(\omega \geq \frac{B\eta - \sum_{i=1}^n \alpha_i^{\min} x_i}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i^{\max} - \alpha_i^{\min}) x_i} \right) \rightarrow \max \quad (6)$$

Очевидно, что вероятность выполнения этого условия будет тем выше, чем меньше окажется величина дробной части, т.е. левая часть записанного условия в (6). Эквивалентная детерминированная запись критерия (6) представлена в (7):

$$f(x) = \frac{B\eta - \sum_{i=1}^n \alpha_i^{\min} x_i}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i^{\max} - \alpha_i^{\min}) x_i} \rightarrow \min \quad (7)$$

Полученный критерий оптимальности выражается дробно-линейной функцией от искомым переменных x_i .

Возможности включения проектов НИР для реализации в рассматриваемом календарном периоде лимитируются объемом средств ВУЗа, выделяемых на поддержку научных исследований. Тогда суммарные затраты НИР, отобранных на реализацию в календарном периоде (году), не должны превышать объем финансовых средств на поддержку научных исследований равных B :

$$\sum_{i=1}^n Z_i x_i \leq B \quad (8)$$

Искомые переменные x_i являются булевыми и могут принимать либо значение, равное единице, либо значение равное нулю:

$$x_i = 1 \vee 0, i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Сформированная экономико-математическая модель относится к задачам гиперболического программирования с булевыми переменными. Данная оптимизационная задача относится к классу NP -полных. Такие задачи для нахождения точного решения требуют проведения полного перебора вариантов. На практике для решения такого рода задач используются эвристические алгоритмы, основанные на детерминированных или стохастических схемах расчета. Решение сформулированной задачи (7 – 9) может быть найдено с помощью метода случайного поиска [15], объединенной с эвристическим методом выбора проектов НИР. Для отыскания оптимального набора проектов НИР было предложено использовать синтезировать метод статистических испытаний с приоритетным выбором проектов НИР в рамках выделенного на поддержку научных исследований объема финансовых средств. Алгоритм метода описывается следующими шагами:

- Шаг 1. Задание числа испытаний N
- Шаг 2. Назначение номера испытания $k=1$
- Шаг 3. Определение случайных приоритетов проектов НИР с помощью генератора случайных чисел: $\rho_i, i = 1, 2, \dots, n$.
- Шаг 4. Ранжирование проектов НИР в соответствии с убыванием случайных приоритетов.
- Шаг 5. Последовательный выбор проектов НИР в ранжированном ряду в пределах выделенного на поддержку научных исследований объема финансовых средств B .
- Шаг 6. Расчет критерия (7) для полученного варианта набора проектов НИР.
- Шаг 7. Переход к следующему номеру статистического испытания: $k = k + 1$.
- Шаг 8. Проверка: если $k \leq N$, то выполнение нового статистического испытания, т.е. переход к шагу 3; в противном случае заданное число статистических испытаний выполнено, переход к шагу 9.
- Шаг 9. Фиксация варианта набора проектов НИР, при котором соответствующее

ему значение критерия оптимальности минимально.

Приведенный алгоритм используется для проведения одной серии расчетов. Полученное в первой серии расчетов минимальное значение критерия оптимальности принимается за текущий рекорд. Если в результате второй серии расчетов минимальное значение в этой серии расчетов совпадает с текущим рекордом, то его принимают в качестве решения задачи; если же эти значения не совпадают, то из них выбирается лучшее, которое принимается за текущий рекорд. Затем необходимо перейти к следующей серии расчетов. Процесс переход к новой серии расчетов проводится до тех пор, пока не будет получено совпадение минимального значения критерия в результате расчета с текущим рекордом.

Результаты использования разработанного подхода

Для иллюстрации разработанного подхода по выбору коммерчески предпочтительных НИР рассмотрим пример из восьми НИР, по которым был проведена экспертная оценка стоимости (цен) и числа приобретения полученных результатов. Полученные от каждого эксперта оценки были перемножены для определения выручки от коммерциализации НИР. Из полученных значений выручки V_{ik} для каждой i -ой НИР по формулам (1, 2) выбираются минимальное и максимальное значения. Полученные результаты, а также требуемое финансирование по рассматриваемым НИР представлены в таблице.

Объем бюджетного финансирования проектов НИР, имеющих коммерческую ценность, составляет 600 млн руб. Необходимо сформировать набор проектов НИР, которые обеспечат максимальную рентабельность не менее 30%.

Для решения поставленной задачи следует воспользоваться моделью (7–9), численный вид которой следующий.

Показатели для оптимального выбора НИР, млн руб.

Показатели	Значения показателей для проектов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Максимальная выручка	50	34	55	45	36	40	36	40
Максимальная выручка	35	26	30	16	20	30	28	18
Требуемое финансирование	120	180	160	100	200	140	110	150

Критерий оптимальности (7) принимает следующий численный вид:

$$f(x) = \frac{600 \times 0,3 - (35x_1 + 26x_2 + 30x_3 + \dots + 18x_8)}{(50 - 35)x_1 + (34 - 26)x_2 + (55 - 30)x_3 + \dots + (40 - 18)x_8} \rightarrow \min$$

Ограничение по объему финансирования (8) с учетом затрат на реализацию НИР из табл.1 записывается следующим образом:

$$120x_1 + 180x_2 + 160x_3 + \dots + 150x_8 \leq 600$$

Область изменения искомым переменных:

$$x_i = 1 \vee 0, 1, 2, \dots, 8$$

Для поиска решения задачи был использован метод случайного поиска, в котором априорно задавалось число испытаний каждой серии статистического эксперимента равным 100. В результате найдено минимальное значение критерия оптимальности, при значения искомым переменных

$$x_1 = 1; x_2 = 0; x_3 = 1; x_4 = 1; \\ x_5 = 0; x_6 = 1; x_7 = 0; x_8 = 0.$$

Таким образом, в план научных исследований включаются следующие НИР: {1,3,4,6}, для реализации которых потребуются финансирование в объеме 520 млн руб.

Выводы

Проведение университетских прикладных научных исследований предполагает возможности коммерциализации результатов выполненных проектов. Это не касается фундаментальных научных исследований,

результаты которых, в большинстве случаев, становятся достоянием всех специалистов и публикуются в высокорейтинговых журналах. При формировании годового плана прикладных НИР университета, финансируемого из бюджетных средств, следует ориентироваться на возможности коммерциализации будущих результатов, которая может рассматриваться с позиции вероятностной оценки. Разработанная математическая модель позволяет формировать набор прикладных НИР в рамках плановой величины бюджетных средств, направляемых учебным заведением на научные исследования. В качестве критерия оптимальности в данной модели используется максимизация вероятности получения рентабельности инвестиций в научные исследования на уровне не меньшем заданной величины. Разработанный метод решения поставленной задачи дает возможность определить предпочтительный набор прикладных НИР для включения в научно-исследовательскую программу университета. Для проведения расчетов на основе приведенного алгоритма был разработан макрос на *VBA-Excel*, использование которого позволило решать задачу размерностью до 70 прикладных НИР, среди которых был выбран оптимальный набор проектов.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, 2023 год.

Библиографический список

1. Алехин И.А. Исследовательская деятельность как системное звено современной науки и образования // Мир образования – образование в мире. 2018. № 1(69). С. 161-165.
2. Упоров И.В. Вузовская наука: состояние и проблемы организационно-структурного развития // Теория и практика общественного развития. 2018. № 11(129). С. 16-21.
3. Костюхин Ю.Ю., Штанский В.А., Сидорова Е.Ю. Формирование и коммерциализация прикладных инновационных научных разработок в современных российских условиях // Сталь. 2021. № 9. С. 56-61.
4. Евдокимов Н. Эффективная коммерциализация научных разработок университета // Ректор Вуза. 2022. № 8. С. 46-53.
5. Овчинникова Н. Э., Лазаренко Д.Г. Анализ концептуальных теоретических подходов к проблеме организации трансфера технологий в зарубежных университетах // Университетское управление: практика и анализ. 2021. Т. 25, № 1. С. 62-82.

6. Свиридова Е. А. Критерии и методы оценки качества научного исследования в зарубежных странах: правовой аспект // Самоуправление. 2021. № 3(125). С. 591-595.
7. Заммеева Л.С. Проблемы коммерциализации научных исследований вузовского сектора // Экономика и социум. 2021. № 7(86). С. 596-599.
8. Kifor C.V., Olteanu A., Zerbes M. Key Performance Indicators for Smart Energy Systems in Sustainable Universities // Energies. 2023. No. 16(3). P. 1246.
9. Багрян Д. В. Инновационная деятельность российских вузов: роль и проблемы // Вектор экономики. 2021. №6 (60). С. 65-69.
10. Неверов А.В. Социальные эффекты развития элементов инновационной инфраструктуры (на примере технопарков и университетов) // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 7. С. 58-68.
11. Gladyshev D. Factors Affecting R&D Share in University Revenues: Case of Russia // Journal of Risk and Financial Management. 2023. No. 16(2). P. 80-90.
12. Сартори А.В., Ильина Н.А., Манцевич Н.М. Концепция оценки потенциала коммерциализации результатов исследований и разработок // Высшее образование сегодня. 2019. № 6. С. 11-25.
13. Рождественский И.В., Филимонов А.В. Методика оценки готовности высших учебных заведений и научных организаций к трансферу технологий // Инновации. 2020. № 9(263). С. 11-16.
14. Мишулин Г.М., Еременко Е.Д., Дегтярева А.Н. Результативность изобретательской деятельности как ключевая маркетинговая характеристика субъектов рынка интеллектуальных продуктов // Экономика и предпринимательство. 2022. № 10(147). С. 1297-1304.
15. Захарова Е.М., Минашина И.К. Обзор методов многомерной оптимизации // Информационные процессы. 2014. № 14(3). С. 56-67.