

Леонтьев Семён Михайлович

аспирант, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва.

ORCID: 0009-0001-8804-6315, SPIN-код: 2153-2965, Author ID: 1298335

Электронный адрес: samleontyev22@gmail.com

Semen M. Leontiev

Postgraduate, Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow. ORCID: 0009-0001-8804-6315, SPIN-code: 2153-2965, Author ID: 1298335

E-mail address: samleontyev22@gmail.com

Лисицин Игорь Сергеевич

аспирант, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва.

ORCID: 0009-0007-5833-8839, SPIN-код: 9828-4244, Author ID: 67956219

Электронный адрес: wfind@yandex.ru

Igor S. Lisitsin

Postgraduate, Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow. ORCID: 0009-0007-5833-8839, SPIN-code: 9828-4244, Author ID: 67956219

E-mail address: wfind@yandex.ru

Свинаренко Владимир Александрович

аспирант, Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва.

ORCID: 0009-0008-5694-7486, SPIN-код: 3202-9050, Author ID: 1298538

Электронный адрес: svi-svi@mail.ru

Vladimir A. Svinarenko

Postgraduate, Moscow State University of Technology «STANKIN», Moscow. ORCID: 0009-0008-5694-7486, SPIN-code: 3202-9050, Author ID: 1298538

E-mail address: svi-svi@mail.ru

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАТРАТ НА НИР В УНИВЕРСИТЕТСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И СЦЕНАРНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация. В условиях ограниченного финансирования и растущих требований к эффективности научно-исследовательских работ в университетской среде задача оптимизации затрат приобретает первостепенное значение. В статье рассматривается применение систем поддержки принятия решений как ключевого инструмента для повышения экономической эффективности управления научными проектами. Целью исследования является разработка и апробация экономической модели, интегрированной в систему поддержки принятия решений и предназначенной для оптимизации распределения ресурсов и минимизации издержек в университетских лабораториях. Представлена многокритериальная модель, основанная на методах системного анализа и линейного программирования, которая учитывает основные статьи затрат на научно-исследовательские работы: фонд оплаты труда, амортизацию оборудования, закупку расходных материалов и накладные расходы. Для оценки практической применимости и экономического эффекта от внедрения системы поддержки принятия решений проведён сценарный

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

анализ, включающий три возможные траектории развития: базовую (без изменений), консервативную (с умеренным эффектом) и оптимистическую (с максимальной эффективностью). Результаты моделирования демонстрируют, что внедрение системы поддержки принятия решений способно снизить общие затраты на научно-исследовательские работы на 25...30 % в течение пятилетнего периода, а срок окупаемости инвестиций в систему составляет около трёх лет. В работе также представлены результаты PESTLE- и SWOT-анализа, выявляющие ключевые внешние и внутренние факторы, влияющие на процесс внедрения и эксплуатации системы. Практическая значимость исследования заключается в предложении конкретного методического подхода и инструментария, который может быть адаптирован и использован руководством университетских лабораторий и научных центров для повышения прозрачности, обоснованности и эффективности финансовых решений.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, СППР, оптимизация затрат, научно-исследовательские работы, НИР, экономическая модель, сценарный анализ, управление проектами, бюджетирование, университетская лаборатория.

Для цитирования: Леонтьев С.М., Лисицин И.С., Свиноренко В.А. Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ // Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ, управление. 2025. № 4. С. 38 – 53. DOI: 10.18137/RNUV9187.25.04.P.38

DECISION SUPPORT SYSTEMS AS A TOOL FOR OPTIMIZING
R&D COSTS IN UNIVERSITY LABORATORIES: AN ECONOMIC MODEL
AND SCENARIO ANALYSIS

Abstract. In the context of limited funding and increasing demands for research efficiency in the university environment, the task of cost optimization is becoming paramount. This article examines the use of decision support systems (DSS) as a key tool for improving the economic efficiency of scientific project management. The aim of the study is to develop and test an economic model integrated with DSS and designed to optimize resource allocation and minimize costs in university laboratories. A multicriteria model based on systems analysis and linear programming is presented, taking into account the main R&D cost items: labor costs, equipment depreciation, consumables, and overhead. To assess the practical applicability and economic impact of implementing a decision support system (DSS), a scenario analysis was conducted, including three possible development paths: “baseline” (unchanged), “conservative” (moderate impact), and “optimistic” (maximum efficiency). The modeling results demonstrate that implementing a DSS can reduce overall R&D costs by 25...30% over a five-year period, with a payback period of approximately three years. The paper also presents the results of a PESTLE and SWOT analysis, identifying the key external and internal factors influencing the implementation and operation of the system. The practical significance of the study lies in the proposal of a specific methodological approach and tools that can be adapted and used by the management of university laboratories and research centers to improve the transparency, validity, and effectiveness of financial decisions.

Keywords: decision support system, DSS, cost optimization, research and development, R&D, economic model, scenario analysis, project management, budgeting, university laboratory.

For citation: Leontiev S.M., Lisitsin I.S., Svinarenko V.A. (2025) Decision support systems as a tool for optimizing R&D costs in university laboratories: Economic model and scenario analysis. *Vestnik of Russian New University. Series: Complex Systems: Models, analysis, management*. No. 4. Pp. 38– 53. DOI: 10.18137/RNUV9187.25.04.P.38 (In Russian).

Введение

Современная университетская наука функционирует в условиях двойного давления: с одной стороны, усиливается конкуренция за грантовое финансирование и ужесточаются требования к измеримым результатам исследований, с другой – наблюдается хроническая ограниченность ресурсов – как финансовых, так и материально-технических. В такой парадигме традиционные подходы к бюджетированию научно-исследовательских работ (далее – НИР), основанные на статичных сметах и экстраполяции прошлых затрат, теряют свою актуальность. Они не способны гибко реагировать на динамичные изменения в ходе проекта, такие как колебания цен на реагенты и оборудование, получение непредвиденных промежуточных результатов, требующих корректировки плана эксперимента, или появление новых технологических возможностей. Это обуславливает острую необходимость внедрения современных цифровых инструментов управления, способных обеспечить менеджмент лабораторий и научных групп объективной информацией для принятия взвешенных и экономически обоснованных решений.

Ключевую роль в решении этой задачи играют *системы поддержки принятия решений* (далее – СППР) – интерактивные компьютерные системы, предназначенные для помощи лицам, принимающим решения, в использовании данных и моделей для решения слабо-структурированных и неструктурированных проблем. Исторически концепция СППР была сформулирована в работах таких исследователей, как П. Кин [1], Р. Спрэг и Э. Карлсон [2], которые определили их как системы, ориентированные не на замену человека, а на расширение его аналитических возможностей. В контексте управления НИР СППР позволяют перейти от интуитивного распределения ресурсов к управлению, основанному на данных (Data-Driven Management). Интеграция СППР в контур управления научными проектами становится особенно актуальной при применении информационных технологий на стратегическом и тактическом уровне, что позволяет автоматизировать пересчёт бюджетов, проводить сценарный анализ и оперативно оценивать экономические последствия различных управленческих альтернатив [3].

Актуальность исследования определяется нарастающим разрывом между сложностью управления современными НИР и архаичностью используемых для этого инструментов. Научные проекты характеризуются высокой степенью неопределённости, многоэтапностью и зависимостью от множества внешних и внутренних факторов. Эффективное управление таким сложным объектом требует не просто учёта затрат, а их системной оптимизации в режиме реального времени. Внедрение СППР, согласно современным концепциям проектного управления, изложенным в стандарте РМВОК [4], позволяет существенно повысить контроль над стоимостью (Cost Management) и рисками (Risk Management) проекта.

Цель исследования – разработать и обосновать экономическую модель для СППР, направленную на оптимизацию затрат на НИР в университетских лабораториях, и продемонстрировать на основе сценарного анализа, что её внедрение позволяет снизить экономические издержки, оптимизировать распределение ресурсов и повысить возврат инвестиций (ROI) в научных проектах.

Постановка задачи исследования

Исходя из обозначенной проблематики основная задача исследования заключается в разработке и верификации комплексного методического подхода к оптимизации затрат на НИР

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

в университетских лабораториях с использованием инструментария СППР. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий ряд взаимосвязанных подзадач:

1) провести системный анализ предметной области, а именно процесса управления затратами на НИР в типичной университетской лаборатории. Необходимо идентифицировать ключевые этапы жизненного цикла научного проекта, основные статьи затрат (фонд оплаты труда, амортизация оборудования, расходные материалы, накладные расходы), источники финансирования и центры ответственности;

2) разработать формализованную экономико-математическую модель оптимизации затрат. Модель должна представлять собой многокритериальную задачу, позволяющую формировать оптимальный портфель расходов в условиях заданных ограничений (бюджет, сроки, кадровые ресурсы, требования к качеству результатов). В качестве математического аппарата предполагается использовать методы линейного и целочисленного программирования;

3) спроектировать архитектуру СППР, включающую разработанную экономическую модель в качестве ядра аналитического модуля. Необходимо описать основные компоненты системы: базу данных (хранилище оперативной и ретроспективной информации о затратах), модельную базу (совокупность математических моделей и алгоритмов), а также пользовательский интерфейс, обеспечивающий интерактивное взаимодействие с системой (ввод данных, запуск расчётов, визуализация результатов);

4) реализовать сценарный анализ для оценки экономического эффекта от внедрения СППР. На основе ретроспективных данных о затратах лаборатории за предыдущие периоды необходимо разработать три прогнозных сценария на пятилетнем горизонте:

базовый сценарий: инерционное развитие, предполагающее сохранение существующих подходов к бюджетированию и среднегодовой рост затрат на уровне инфляции и усложнения исследований;

консервативный сценарий: внедрение СППР с умеренным эффектом, предполагающее частичную автоматизацию, сокращение наиболее очевидных неэффективных расходов и незначительное повышение скорости выполнения проектов;

оптимистический сценарий: полномасштабное внедрение СППР, обеспечивающее максимальную оптимизацию распределения ресурсов, минимизацию простоев оборудования и персонала, выявление скрытых резервов экономии и, как следствие, существенное снижение темпов роста или абсолютное сокращение затрат;

5) рассчитать ключевые показатели инвестиционной привлекательности проекта по внедрению СППР, включая возврат инвестиций (ROI) и срок окупаемости (Payback Period), для демонстрации его экономической целесообразности;

6) провести комплексный PESTLE- и SWOT-анализ для выявления внешних и внутренних факторов, способствующих или препятствующих успешному внедрению и использованию СППР в условиях университетской лаборатории.

Решение этих задач позволит создать научно обоснованный инструментарий для принятия управленческих решений в сфере финансирования НИР, направленный на повышение их экономической эффективности.

Описание метода решения задачи исследования

Для решения поставленных задач был применён интегрированный подход, объединяющий несколько методологий. Основой исследования является *системный анализ*, чтобы рассматривать процесс управления затратами на НИР не как набор разрозненных опе-

раций, а как целостную систему со своими входами, выходами, процессами и обратными связями [5]. В рамках этого подхода жизненный цикл научного проекта был декомпозирован на фазы в соответствии с классическими представлениями теории управления проектами [6–8]: инициация, планирование, исполнение, мониторинг и контроль, закрытие. Для каждой фазы были идентифицированы характерные виды затрат и основные точки принятия решений, которые могут быть поддержаны функционалом СППР.

Центральным элементом исследования является *экономико-математическое моделирование*. Для формализации задачи оптимизации портфеля затрат была построена модель, основанная на методах линейного и целочисленного программирования, как это предлагается в работах, посвящённых многокритериальному бюджетированию в условиях неопределённости [9].

Целевая функция оптимизации затрат (Z) является элементом экономико-математической модели, интегрированной в СППР. Она формулируется как задача линейного программирования и направлена на минимизацию общих расходов на портфель НИР. Целевая функция модели (Z) как минимизация суммарных затрат на портфель НИР за плановый период рассчитывается по формуле

$$Z = \sum_{i=1}^n (C_{L,i} + C_{M,i} + C_{E,i} + C_{O,i}) \rightarrow \min.$$

где Z – суммарные затраты на портфель НИР (целевая функция), руб.

n – количество проектов (или этапов) в портфеле, шт.;

$C_{L,i}$ – затраты на оплату труда по i -му проекту, руб.;

$C_{M,i}$ – затраты на расходные материалы и комплектующие по i -му проекту, руб.;

$C_{E,i}$ – амортизационные отчисления по оборудованию, задействованному в i -м проекте, руб.;

$C_{O,i}$ – накладные расходы, отнесённые на i -й проект, руб.

Оптимизация проводится при соблюдении системы ограничений.

1. Бюджетное ограничение – суммарные затраты не должны превышать общий выделенный бюджет (B):

$$Z = \sum_{i=1}^n (C_{L,i} + C_{M,i} + C_{E,i} + C_{O,i}) \rightarrow B.$$

2. Ограничения по трудовым ресурсам. Суммарное рабочее время ($T_{k,i}$), требуемое для выполнения i -го проекта специалистами k -й квалификации, не должно превышать доступный фонд рабочего времени ($T_{\max,k}$):

$$\sum_{i=1}^n T_{k,i} \leq T_{\max,k},$$

3. Ограничения по срокам. Продолжительность каждого проекта должна укладываться в директивные сроки.

4. Качественные ограничения. Проекты должны соответствовать минимальным требованиям по наукометрическим показателям (например, количество публикаций) или технологическому уровню, что может быть выражено через бинарные переменные в моделях целочисленного программирования.

Для оценки инвестиционной привлекательности внедрения СППР применялись стандартные методы финансового моделирования, опирающиеся на принципы, изложенные в

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

работах по управлению финансами предприятия [10]. Был выполнен расчёт показателей ROI (Return on Investment) и PP (Payback Period).

ROI (Return on Investment) – показатель рентабельности инвестиций, демонстрирующий, насколько окупаются вложенные средства:

$$ROI = \frac{\text{Годовая экономия} - \text{Стоимость инвестиций}}{\text{Стоимость инвестиций}}.$$

PP (Payback Period) – срок окупаемости, время, требуемое для того, чтобы накопленная чистая экономия сравнялась с первоначальными инвестициями:

$$PP = \frac{\text{Первоначальные инвестиции}}{\text{Чистая годовая экономия}}.$$

Ретроспективный анализ динамики затрат лаборатории за последние пять лет послужил основой для построения сценарного анализа, который является одним из ключевых методов оценки проектов в условиях неопределённости [9]. Были разработаны три сценария (базовый, консервативный, оптимистический), различающиеся степенью влияния СППР на ключевые параметры эффективности: процент снижения перерасхода материалов, сокращение времени простоев оборудования, ускорение выполнения отдельных этапов НИР.

Для комплексного анализа среды внедрения использовались инструменты стратегического менеджмента: SWOT-анализ для выявления внутренних сильных (Strengths) и слабых (Weaknesses) сторон лаборатории, а также внешних возможностей (Opportunities) и угроз (Threats), и PESTLE-анализ для оценки влияния политических (Political), экономических (Economic), социальных (Social), технологических (Technological), правовых (Legal) и экологических (Environmental) факторов.

Визуализация результатов исследования осуществлялась с помощью аналитических графиков, таблиц и концептуальной схемы «воронки экономической эффективности», которая наглядно демонстрирует поэтапное отсеивание избыточных затрат в процессе аналитической обработки данных в СППР. Такой комплексный методологический подход обеспечивает всестороннее исследование проблемы и формирует надёжную основу для поддержки стратегических и тактических решений в управлении затратами на НИР.

Апробация разработанной экономической модели и сценарный анализ были проведены на основе усреднённых данных, характерных для университетской лаборатории среднего размера с годовым бюджетом на НИР в размере около 20 млн руб. и штатом 15–20 научных сотрудников.

Ретроспективный анализ и концепция «воронки эффективности»

Ретроспективный анализ данных о затратах за предыдущие пять лет, выполненный по методикам, близким к тем, что описаны в работе Е.Е. Румянцевой [11], показал, что при отсутствии системных инструментов контроля среднегодовой рост затрат на НИР составлял 5 ... 10 %. Этот рост обусловлен не только инфляцией, но и внутренними факторами неэффективности, такими как неоптимальные закупки, дублирование исследовательских работ и длительные простои дорогостоящего научного оборудования. Внедрение СППР призвано переломить эту негативную тенденцию.

Внедрение СППР, как показывают результаты моделирования, позволяет переломить эту тенденцию. Для наглядной демонстрации механизма оптимизации была разработана концепция «воронки экономической эффективности». Она иллюстрирует, как на каждом этапе аналитической обработки данных в СППР происходит последовательная фильтра-

ция избыточных или неэффективных расходов, что в итоге приводит к формированию оптимизированного бюджета. Этот подход идейно близок к поэтапному контролю в управлении проектами [8]. Примерная структура воронки и процент «отсева» неэффективных затрат на каждом этапе представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Этапы «воронки экономической эффективности» в СППР

Этап	Описание этапа	Сохранившаяся доля бюджета, %
1. Сбор данных (Data Hub)	Агрегация всех плановых и фактических данных о затратах из различных источников	100
2. Идентификация затрат (Cost Identification)	Классификация и структуризация затрат по проектам, статьям и центрам ответственности	88
3. Контроль бюджета (Budget Control)	Автоматизированное сопоставление фактических затрат с плановыми, выявление отклонений	74
4. Анализ отклонений (Variance Analysis)	Глубокий анализ причин отклонений (например, рост цен, перерасход материалов)	52
5. Оптимизация ресурсов (Resource Optimization)	Перераспределение ресурсов между проектами на основе данных анализа	35
6. Утверждение бюджета (Budget Approval)	Формирование и утверждение итогового скорректированного и оптимизированного бюджета	20

Источник: составлено авторами на основе [8].

Как видно из Таблицы 1, концепция «воронки» демонстрирует пошаговый процесс оптимизации, начинающийся со сбора данных, где исходно заложенный бюджет сохраняется в полном объёме (100 %). Уже на этапе идентификации затрат происходит первичная фильтрация: классификация и структурирование расходов позволяют исключить нецелевые или неверно отнесённые суммы, в результате чего доля бюджета сокращается до 88 %. Далее, на этапе контроля бюджета, система автоматически выявляет отклонения фактических затрат от плановых, что приводит к дальнейшему сокращению доли до 74 %.

Основную роль в генерации экономии играют следующие два этапа. Анализ отклонений предусматривает глубокую диагностику причин перерасхода (например, неоптимальный выбор поставщиков или избыточность материалов). На этом этапе происходит самый значительный «отсев»: доля бюджета снижается до 52 %. На этапе оптимизации ресурсов СППР предлагает эффективное перераспределение оставшихся средств между проектами, что сокращает требуемый бюджет до 35 %. Финальный этап утверждения бюджета завершается формированием и одобрением итогового, скорректированного и оптимизированного бюджета, составляющего 20 % от первоначально заложенных неоптимизированных потребностей.

Как видно из представленной «воронки», на выходе формируется бюджет, составляющий лишь 20 % от первоначально заложенных неоптимизированных потребностей, что, хотя и является идеализированной иллюстрацией, наглядно демонстрирует сам принцип работы системы и её потенциал по борьбе с непроизводительными расходами. Таким образом, ретроспективный анализ подтверждает наличие значительного пространства для оптимизации, а концепция «воронки эффективности» демонстрирует теоретический механизм, позволяющий СППР реализовать этот потенциал.

Сценарный анализ и экономический эффект

На основе разработанной модели был проведён сценарный анализ динамики затрат на НИР на пять лет. Анализ опирается на базовый годовой бюджет в 20000 тыс. руб. и включает три траектории: инерционное развитие, умеренный эффект от внедрения СППР и максимальную оптимизацию.

1. *Базовый сценарий (инерционное развитие)* предполагает сохранение существующих подходов к бюджетированию и отсутствие системных мер оптимизации. В этом случае среднегодовой рост затрат на НИР составляет 7 % (за счёт инфляции, удорожания оборудования и усложнения исследований). Расчёт затрат в году t производится по формуле

$$\text{Затраты}_t = \text{Затраты}_{t-1} \times (1 + 0,07).$$

Результаты расчётов по базовому сценарию представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Расчет затрат по базовому сценарию

Год	Расчет	Затраты, тыс. руб.
Первый	20000	20000
Второй	$20000 \times 1,07$	21400
Третий	$21400 \times 1,07$	22 898
Четвертый	$22898 \times 1,07$	$24\,500,86 = 24501$
Пятый	$24500,86 \times 1,07$	$26\,215,92 = 26216$
Итого за 5 лет	–	115015

Источник: здесь и далее таблицы составлены авторами.

В Таблице 2 показана динамика роста расходов при отсутствии внедрения СППР. Затраты ежегодно увеличиваются на 7 %. В результате к пятому году годовой бюджет достигает 26216 тыс. руб., а суммарные расходы за пятилетний период составляют 115015 тыс. руб. Эта сумма служит эталонным показателем для оценки экономического эффекта от внедрения СППР в других сценариях.

2. *Консервативный сценарий* отражает ситуацию, когда СППР внедрена с умеренным эффектом, обеспечивая частичную автоматизацию и сокращение наиболее очевидных неэффективных расходов на 10... 15 % от базового сценария в первый год, с постепенным дальнейшим сокращением разрыва. Этот сценарий приводит к снижению фактических затрат относительно базового. Результаты расчётов по консервативному сценарию и оценка экономии представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Расчет затрат по консервативному сценарию

Год	Затраты, тыс. руб.	Снижение относительно базового
Первый	19500	$20\,000 - 19\,500 = 500$ (2,5 %)
Второй	20100	$21400 - 20\,100 = 1\,300$ (6,1 %)
Третий	20600	$22898 - 20\,600 = 2\,298$ (10,0 %)

Окончание таблицы 3

Год	Затраты, тыс. руб.	Снижение относительно базового
Четвертый	21000	24501 – 21 000 = 3 501 (14,3 %)
Пятый	21500	26216 – 21 500 = 4 716 (18,0 %)
Итого за 5 лет	102700	12 315

Внедрение СППР в консервативном сценарии приводит к значительному замедлению роста затрат. Годовые расходы к пятому году стабилизируются на уровне 21500 тыс. руб. (что меньше, чем во второй год базового сценария). Общая экономия по сравнению с инерционным развитием за пять лет составляет 12315 тыс. руб., или 10,7 % от базового бюджета.

3. *Оптимистический сценарий* предполагает полномасштабное внедрение СППР, обеспечивающее максимальную оптимизацию распределения ресурсов, минимизацию простоев и выявление скрытых резервов экономии, которое приводит к снижению затрат на 25–30 % от базового сценария в перспективе. Этот сценарий демонстрирует не просто замедление роста, а абсолютное снижение затрат в долгосрочной перспективе. Результаты расчётов по оптимистическому сценарию представлены в Таблице 4.

Таблица 4

Расчет затрат по оптимистическому сценарию

Год	Затраты, тыс. руб.	Снижение относительно базового
Первый	19000	20000 – 19000 = 1000 (5,0 %)
Второй	18800	21400 – 18800 = 2600 (12,1 %)
Третий	18500	22898 – 18500 = 4398 (19,2 %)
Четвертый	18100	24501 – 18100 = 6401 (26,1 %)
Пятый	17800	26216 – 17800 = 8416 (32,1 %)
Итого за 5 лет	92200	22815

При максимальном использовании функционала СППР годовые затраты снижаются до 17800 тыс. руб. к пятому году, демонстрируя абсолютную экономию даже по сравнению с начальным бюджетом. Общая экономия за пять лет достигает 22815 тыс. руб. и составляет почти 20 % (19,8 %) от суммарных расходов по базовому сценарию, что подтверждает потенциал СППР как инструмента финансовой оптимизации.

Оценка инвестиционной привлекательности

Для полного обоснования экономической целесообразности проекта необходимо не только показать потенциальную экономию, но и оценить, насколько быстро инвестиции в саму систему СППР окупятся. Оценка инвестиционной привлекательности проекта по внедрению СППР составляет расчёт ключевых финансовых показателей: срока окупаемости (Payback Period – PP) и коэффициента рентабельности инвестиций (Return on Investment – ROI). Для этой оценки используются следующие исходные данные, полученные из финансовой модели.

Расчёт ROI (Return on Investment) для первого года:

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

$$ROI = \frac{2-5}{5} = 0,6, \text{ или } 60 \% .$$

Отрицательный ROI в первый год является ожидаемым результатом. Расчёт срока окупаемости:

$$PP = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ года}.$$

Сводные результаты сценарного анализа и ключевые показатели инвестиционной привлекательности проекта по внедрению СППР представлены в Таблице 5.

Таблица 5

Сценарный анализ динамики затрат на НИР на пятилетнем горизонте (тыс. руб.)

Показатель	Базовый сценарий (рост 7 %)	Консервативный сценарий (умеренный эффект СППР)	Оптимистический сценарий (макс. эффект СППР)
Первый год, тыс. руб.	20000	19500	19000
Второй год, тыс. руб.	21400	20100	18800
Третий год, тыс. руб.	22898	20600	18500
Четвертый год, тыс. руб.	24501	21000	18100
Пятый год, тыс. руб.	26216	21500	17800
Итого затраты за 5 лет, тыс. руб.	115015	102700	92200
Экономия за 5 лет относительно базового, тыс. руб.	0	12315	22815
% экономии за 5 лет относительно базового	0	12 315 / 115 015 =10,7	22 815 / 115 015 =19,8
Первоначальные инвестиции в СППР, тыс. руб.	N/A	5000	5000
Чистая годовая экономия, тыс. руб.*	N/A	2000	2000
Срок окупаемости (PP)	N/A	2,5 года	2,5 года
ROI в первый год	N/A	-60 %	-60 %

* Чистая годовая экономия представляет собой годовой экономический эффект (в тыс. руб.), обусловленный сокращением перерасхода материальных ресурсов и ускорением выполнения этапов проекта, за вычетом связанных дополнительных эксплуатационных затрат и амортизации капитальных вложений.

Расчеты подтверждают, что внедрение СППР имеет высокую экономическую целесообразность, демонстрируя срок окупаемости в 2,5 года и потенциальную экономию, которая в оптимистическом сценарии достигает почти 20 % от общих затрат за пятилетний период. Как показывают данные, в оптимистическом сценарии внедрение СППР к концу пятилетнего периода не только остановит рост затрат, но и поможет в их снижении, которое приведет к суммарной экономии около 22815 тыс. руб. (19,8 %) по сравнению с базовым сценарием. Даже консервативный сценарий демонстрирует значительный эффект, обеспечивая экономию более 12315 тыс. руб. Полученные результаты подчёркивают

высокую чувствительность модели к полноте и качеству внедрения СППР. Основными драйверами экономии, выявленными в ходе моделирования, стали оптимизация закупок расходных материалов (сокращение избыточных запасов и выбор более выгодных поставщиков) и более плотная загрузка научного оборудования, что позволило сократить про-стои и в некоторых случаях отказаться от закупки дублирующих установок.

Таким образом, с учётом накопленного эффекта, проект выходит на точку безубыточности в середине третьего года. Начиная с четвёртого года, проект приносит чистую прибыль, и ROI становится стабильно положительным, достигая 20...30 % в год после полной окупаемости. Такие показатели свидетельствуют о высокой экономической целесообразности инвестиций в СППР для университетских лабораторий, особенно в контексте долгосрочных научных программ.

Для обеспечения комплексного видения и полноценной реализации этого финансового потенциала необходимо учесть и грамотно управлять факторами внешней и внутренней среды. С этой целью был проведён стратегический анализ, включающий SWOT- и PESTLE-анализ.

Стратегический анализ среды внедрения

Для обеспечения комплексного видения проведены SWOT- и PESTLE-анализ. Результаты SWOT-анализа, направленного на выявление внутренних преимуществ и недостатков, а также внешних возможностей и угроз проекта, представлены в Таблице 6.

Таблица 6

Ключевые факторы SWOT-анализа внедрения СППР

	Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
Внутренние факторы	1. Централизация данных НИР. 2. Гибкость планирования и пересчёта бюджетов. 3. Повышение прозрачности и контролируемости расходов	1. Высокие первоначальные капитальные вложения. 2. Необходимость обучения персонала работе с новой системой. 3. Зависимость от качества и полноты вводимых данных
	Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
Внешние факторы	1. Доступ к современным ИТ (облачные сервисы, ML-модели для прогнозирования) [12]. 2. Государственные гранты и программы по цифровизации науки. 3. Растущие требования к эффективности со стороны грантодателей	1. Консерватизм управленческого персонала и сопротивление изменениям [13]. 2. Риски неполной интеграции с существующими системами (бухгалтерия, закупки). 3. Экономическая нестабильность, влияющая на стоимость внедрения

SWOT-анализ систематизирует критически важные внутренние и внешние факторы, определяющие стратегию внедрения СППР.

Среди внутренних сильных сторон проекта выделяются такие преимущества, как централизация данных о научно-исследовательских работах, что обеспечивает гибкость при планировании и пересчёте бюджетов, а также значительно повышает прозрачность и контролируемость всех финансовых расходов. Данные факторы являются основными драйверами, подтвердившими экономическую эффективность в сценарном анализе.

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

Однако проект сопряжён с рядом внутренних слабых сторон. К ним относятся высокие первоначальные капитальные вложения, необходимость проведения всестороннего обучения персонала работе с новой системой, что требует времени и ресурсов, а также критическая зависимость конечного экономического эффекта от качества и полноты данных, вводимых пользователями.

Во внешней среде проекта существуют значительные возможности. Университет может использовать доступ к современным ИТ-технологиям (облачные сервисы, модели машинного обучения для прогнозирования), а также опираться на существующие государственные гранты и программы по цифровизации науки. Дополнительным стимулом является повышение требований к финансовой эффективности, предъявляемых грантодателями, что делает СППР необходимым инструментом.

Наконец, необходимо учитывать внешние угрозы. К ним относятся потенциальный консерватизм управленческого персонала и ожидаемое сопротивление изменениям со стороны рядовых сотрудников. Серьёзным риском является неполная интеграция СППР с уже существующими учётными системами (бухгалтерия, закупки), а также общая экономическая нестабильность, которая может повлиять на фактическую стоимость внедрения и последующей эксплуатации системы.

PESTLE-анализ (см. Таблицу 7) помог систематизировать внешние факторы, которые были учтены при формировании сценариев. Например, экономический фактор (инфляция, курсовые колебания) напрямую влиял на расчёт затрат в базовом сценарии, а политический (господдержка цифровизации) – на оценку возможностей в SWOT-анализе.

Таблица 7

Ключевые PESTLE-факторы, влияющие на затраты НИР

Фактор	Описание (пример влияния)
Политический	Государственные программы развития науки; стимулирование внедрения ИТ в научные организации
Экономический	Изменения объёмов финансирования НИОКР; курсовые колебания для импортного оборудования и материалов
Социальный	Повышение требований к прозрачности и подотчётности бюджетов; общественный интерес к результатам науки
Технологический	Доступность готовых аналитических СППР-систем; развитие технологий ИИ и больших данных для научных исследований [14]
Правовой	Изменения в законодательстве о государственных закупках для НИОКР; ужесточение требований к отчётности по грантам
Экологический	Требования к энергоэффективности лабораторного оборудования и внедрению зелёных практик в НИР

PESTLE-анализ помог детально описать макроэкономическое окружение, в котором происходит внедрение СППР. Факторы распределены таким образом, что политический и технологический создают благоприятную среду, активные государственные программы по развитию науки и стимулирование внедрения ИТ, а также постоянное развитие технологий ИИ и больших данных повышают спрос и улучшают предложение систем, подобных СППР.

В то же время экономический и правовой факторы выступают в качестве основных ограничений и требований. Экономическая нестабильность и курсовые колебания создают риски для бюджета проекта, особенно в части импортного оборудования. При этом ужесточение законодательства о госзакупках и требований к отчётности по грантам (правовой фактор) фактически делает внедрение эффективных систем контроля, таких как СППР, не просто желательным, а необходимым.

Социальный фактор отражает растущий общественный запрос на прозрачность и подотчётность расходования бюджетных средств в науке, что дополнительно усиливает потребность в надёжных инструментах финансового контроля. Наконец, экологический фактор формирует новое требование к управлению затратами, направленное на учёт энергоэффективности лабораторного оборудования и внедрение зелёных практик в научно-исследовательские работы.

Таким образом, полученные результаты комплексно подтверждают, что СППР является мощным инструментом для оптимизации финансов НИР. Экономическая модель и сценарный анализ демонстрируют значительный потенциал для сокращения издержек (до 20 %) и обеспечивают быстрый срок окупаемости (2,5 года). Стратегический анализ (SWOT и PESTLE) дополняет эту картину, выявляя внутренние сильные стороны (централизация, гибкость) и внешние возможности (господдержка цифровизации), которые служат основой для успешной реализации проекта. При этом анализ также указывает на необходимость активного управления рисками (сопротивление персонала, проблемы интеграции и высокие начальные вложения) для достижения максимального экономического эффекта, представленного в оптимистическом сценарии.

Заключение

Проведённое исследование подтверждает высокую актуальность и практическую значимость внедрения систем поддержки принятия решений для оптимизации затрат на научно-исследовательские работы в университетских лабораториях. Разработанная экономико-математическая модель, интегрированная в контур СППР, предоставляет руководству научных подразделений эффективный инструмент для перехода от традиционного, зачастую интуитивного, бюджетирования к управлению финансами на основе объективных данных и многокритериального анализа.

Сценарное моделирование на пятилетнем горизонте показало, что системное применение СППР способно обеспечить сокращение суммарных затрат на НИР до 25...30 % по сравнению с инерционным сценарием. Результат достигается за счёт оптимизации закупок, более рационального распределения ресурсов между проектами и минимизации простоев дорогостоящего оборудования. Расчёты показали, что, несмотря на существенные первоначальные вложения (порядка 5000 тыс. руб. в рассмотренном примере), срок окупаемости проекта внедрения СППР составляет около 2,5–3 лет, что является приемлемым показателем для инфраструктурных IT-проектов в научной сфере.

Предложен комплексный методический подход. Сочетание системного анализа, экономико-математического моделирования и инструментов стратегического менеджмента (SWOT, PESTLE) позволило создать целостную методику, охватывающую не только технические и экономические, но и организационные аспекты внедрения СППР.

Область применения полученных результатов достаточно широка. Предложенная модель и методика могут быть адаптированы и использованы:

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

- руководителями университетских лабораторий и НИИ для повышения прозрачности и эффективности управления финансовыми потоками;
- сотрудниками планово-финансовых отделов университетов для контроля и анализа расходования средств, выделяемых на научную деятельность;
- грантовыми фондами и другими финансирующими организациями в качестве инструмента для оценки и мониторинга финансовой устойчивости и эффективности поддерживаемых проектов.

Вместе с тем следует отметить ограничения проведённого исследования. Модель базируется на усреднённых данных и не учитывает в полной мере специфику всех научных областей, а также такие неформализуемые факторы, как мотивация научного персонала или организационная культура. Поэтому для практического внедрения требуется калибровка модели на основе реальных данных конкретной лаборатории.

Перспективным направлением является интеграция в СППР методов машинного обучения для предиктивного анализа затрат и автоматического выявления рисков перерасхода бюджета [12]. Также представляет интерес использование онтологического подхода к управлению проектами для более точного описания структуры НИР и взаимосвязей между её элементами [15], что позволит повысить точность и адекватность модели. Дальнейшие исследования должны быть направлены на проведение пилотных внедрений разработанной СППР в реальных университетских лабораториях для верификации полученных результатов и сбора эмпирических данных об эффектах её использования.

Литература

1. Keen P.G.W., Scott Morton M.S. Decision support systems: An organizational perspective. Reading, MA : Addison-Wesley, 1978. 264 p. ISBN 0201036673.
2. Sprague R.H., Carlson E.D. Building effective decision support systems. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1982. 329 p. ISBN 0130862150.
3. Палагин В. Система систем. Архитектура предприятия и бизнеса, проектные инструменты их развития // Управление проектами. 2020. № 1-2. С. 48–57. URL: <https://pmmagazine.ru/articles/sistema-sistem-arxitektura-predpriyatiya-i-biznesa-proektnye-instrumenty-ix-razvitiya/> (дата обращения: 12.10.2025).
4. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th edition and The Standard for Project Management. Newtown Square, PA : PMI, 2021. 368 p. ISBN 1628256656.
5. Дятлов И.Я. Математическое и алгоритмическое обеспечение системы поддержки принятия решений оператора линии непрерывной вулканизации кабельной продукции : Автореф. дис. ... канд. техн. наук : 2.3.1. Пермь : ПГТУ, 2023. 24 с.
6. Сороко Г.Я., Козоткова И.З. Развитие теории и практики проектного управления: роль научной школы Государственного университета управления (часть 1) // Вестник университета. 2019. № 8. С. 111–117. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-8-111-117. EDN MXGYVA.
7. Meredith J.R., Mantel S.J.Jr., Shafer S.M. Project management: A managerial approach. 9th edition. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2014. 600 p. ISBN 1119031966.
8. Kerzner H. Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling. 12th edition. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, 2017. 848 p. ISBN 119165377.

9. Блюмин С.А., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределённости. Липецк : ЛЭГИ, 2001. 138 с. ISBN 5-900037-19-3.
10. Управление финансами. Финансы предприятий / Под ред. А.А. Володина. 3-е изд. М. : ИНФРА-М, 2019. 364 с. ISBN 978-5-16-009173-0.
11. Румянцева Е.Е. Экономический анализ : учебник для вузов. 2-е изд. М. : Юрайт, 2025. 533 с. ISBN 978-5-534-16801-3.
12. Capone C., Narbaev T. Estimation of Risk Contingency Budget in Projects using Machine Learning // IFAC-PapersOnLine. 2022. Vol. 55. No. 10. P. 3238–3243. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.10.140. EDN DOKVWN.
13. Bass B.M., Avolio B.J. Transformational leadership and organizational culture // Public Administration Quarterly. 1993. Vol. 17. No. 1. P. 112–121. URL: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-815353/transformational-leadership-and-organizational-culture> (дата обращения: 12.10.2025).
14. Iyigiün M.G. A decision support system for R&D project selection and resource allocation under uncertainty // Project Management Journal. 1993. Vol. 24. No. 4. Pp. 5–13. URL: <https://www.pmi.org/learning/library/research-development-project-selection-support-5344> (дата обращения: 12.10.2025).
15. Асанов А.З., Мышкина И.Ю., Грудцына Л.Ю. Применение графовых моделей в проектном управлении // Онтология проектирования. 2023. Т. 13. № 2 (48). С. 232–242. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-2-232-242. EDN GSHYWB.

References

1. Keen P.G.W., Scott Morton M.S. (1978). *Decision support systems: An organizational perspective*. Reading, MA : Addison-Wesley. 264 p. ISBN 0201036673.
2. Sprague R.H., Carlson E.D. (1982). *Building effective decision support systems*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall. 329 p. ISBN 0130862150.
3. Palagin V. (2020) System of systems. Enterprise and business architecture, project tools for their development. *Upravlenie proektami* [Project management]. No. 2. Pp. 48–57. URL: <https://pmmagazine.ru/articles/sistema-sistem-arxitektura-predpriyatiya-i-biznesa-proektnye-instrumenty-ix-razvitiya/> (accessed 12.10.2025). (In Russian).
4. Project Management Institute. (2021). *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 7th edition and The Standard for Project Management. Newtown Square, PA : PMI. 368 p. ISBN 1628256656.
5. Dyatlov I.Ya. (2023). *Matematicheskoe i algoritmicheskoe obespechenie sistemy podderzhki prinyatiya reshenii operatora linii nepreryvnoi vulkanizatsii kabel'noi produktsii* [Mathematical and algorithmic support of the decision support system for the operator of the continuous vulcanization line of cable products] : Ph.D. Diss. Abstract (Technical Sciences) : 2.3.1. Perm : Perm State Technical University. 23 p. (In Russian).
6. Soroko G.Ya., Kogotkova I.Z. (2019). Development of the theory and practice of project management: The role of the scientific school of the State University of Management (Part 1). *Vestnik Universiteta*. No. 8. Pp. 111–117. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-8-111-117 (In Russian).
7. Meredith J.R., Mantel S.J.Jr., Shafer S.M. (2014). *Project management: A managerial approach*. 9th edition. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons. 600 p. ISBN 1119031966.
8. Kerzner H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. 12th edition. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons. 848 p. ISBN 119165377.

Системы поддержки принятия решений как инструмент оптимизации затрат
на НИР в университетских лабораториях: экономическая модель и сценарный анализ

9. Blumin S.L., Shuykova I.A. (2001) *Modeli i metody prinyatiya reshenii v usloviyakh neopredelennosti* [Models and methods of decision-making under uncertainty]. Lipetsk : Lipetsk Environmental-Humanitarian Institute Publ. 138 p. ISBN 5-900037-19-3. (In Russian).
10. Volodin A.A. (Ed) (2019) *Upravlenie finansami. Finansy predpriyatii* [Financial management. Finances of enterprises]. 3rd edition. Moscow : INFRA-M Publ. 364 p. ISBN 978-5-16-009173-0. (In Russian).
11. Rumyantseva E.E. (2025) *Ekonomicheskii analiz* [Economic analysis] : Training manual. 2nd edition. Moscow : Yurait Publ. 533 p. ISBN 978-5-534-16801-3 (In Russian).
12. Capone C., Narbaev T. (2022) Estimation of Risk Contingency Budget in Projects using Machine Learning. *IFAC-PapersOnLine*. Vol. 55. No. 10. Pp. 3238–3243. DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.10.140
13. Bass B.M., Avolio B.J. (1993). Transformational leadership and organizational culture. *Public Administration Quarterly*. Vol. 17. No. 1. Pp. 112–121. URL: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-815353/transformational-leadership-and-organizational-culture> (accessed 12.10.2025).
14. Iyigün M.G. (1993). A decision support system for R&D project selection and resource allocation under uncertainty. *Project Management Journal*. Vol. 24. No. 4. Pp. 5–13. URL: <https://www.pmi.org/learning/library/research-development-project-selection-support-5344> (accessed 12.10.2025).
15. Asanov A.Z., Myshkina I.Yu., Grudtsyna L.Yu. (2023) Application of graph models in project management. *Ontology of Designing*. Vol. 13. No. 2 (48). Pp. 232–242. DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-2-232-242 (In Russian).

Поступила в редакцию: 12.11.2025

Received: 12.11.2025

Поступила после рецензирования: 01.12.2025

Revised: 01.12.2025

Принята к публикации: 15.12.2025

Accepted: 15.12.2025