Научная статья
УДК 519.816
DOI: 10.14529/ctcr250208

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРЕЗ МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

А.Д. Богданов[1], *andrey.bogdanov@phystech.edu, https://orcid.org/0000-0003-3237-3082*
А.В. Щепкин[2], *av_shch@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4229-6976*

[1] *Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия*
[2] *Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия*

Аннотация. Данное исследование посвящено методическому подходу, который рассматривает школу как цельный объект, единовременно взаимодействующий со многими агентами, а также актуальному вопросу влияния материальной базы на управление образовательным процессом в российских школах. В статье предлагается несколько моделей взаимодействия между школами и поставщиками, апробированных с помощью интервью директоров школ и компаний-поставщиков. **Цель исследования:** рассмотреть школу как цельный объект и определить влияние материальной базы на образовательный процесс в российских школах. **Материалы и методы.** Для определения используемых фундаментальных механизмов управления была применена декомпозиция целей, которая показала значительное влияние механизма «затраты – эффект» на несколько ключевых показателей, связанных с целями оснащения школ. Кроме того, в работе проведен количественный анализ механизма, подразумевающий ранжирование направлений расходов в рамках механизма «затраты – эффект». Чтобы выделить основные категории оборудования, был проведен расчет корреляции между количеством студентов, набравших на экзаменах от 251 до 300 баллов по государственному экзамену, и стоимостью этого типа оборудования. **Результаты.** Анализ показал, что лабораторное и цифровое оборудование имеет наиболее значимые корреляции бюджета на закупку и образовательного результата школ. Закупки учебной литературы оказывают менее значительный эффект. Закупки оборудования для школ описываются тремя ключевыми механизмами: оптимизацией цепочек поставок, стимулированием и механизмом «затраты – эффект». **Заключение**. В данной статье рассматриваются вопросы определения показателей эффективности закупок школ, полученных на основе декомпозиции целей директоров средних школ, и описание механизмов управления закупками различных видов оборудования, влияющих на жизненно важные результаты. Получены данные о потенциальном влиянии закупок различных типов школьного оборудования на образовательный результат и описан механизм «затраты – эффект» применительно к школе.

Ключевые слова: теория управления, школьное образование, материальное обеспечение, механизм «затраты – эффект»

Для цитирования: Богданов А.Д., Щепкин А.В. Методический подход к управлению организацией общего образования через материальное обеспечение // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2025. Т. 25, № 2. С. 82–94. DOI: 10.14529/ctcr250208

© Богданов А.Д., Щепкин А.В., 2025

Original article
DOI: 10.14529/ctcr250208

A METHODOLOGICAL APPROACH TO THE MANAGEMENT OF GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS THROUGH MATERIAL RESOURCE PROVISION

A.D. Bogdanov*[1], *andrey.bogdanov@phystech.edu, https://orcid.org/0000-0003-3237-3082
A.V. Tschepkin*[2], *av_shch@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4229-6976
[1] *Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russia*
[2] *V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Abstract. This study focuses on a methodological approach that views the school as a holistic entity interacting simultaneously with multiple agents, as well as on the pressing issue of how material resources influence the management of the educational process in Russian schools. The article presents several models of interaction between schools and suppliers, tested through interviews with school principals and supplier company representatives. **Aim.** The aim is to consider the school as an integral object and to determine the impact of the material base on the educational process in Russian schools. **Materials and methods.** The approach based on the formation of the goal tree is widely used to solve them. To identify the fundamental management mechanisms used, we applied the decomposition of goals, which showed the most significant impact of the cost-effect mechanism on several keys related to equipment goals of schools. Furthermore, we carried out a quantitative analysis of the results in this study, implying a rating of spending directions within the cost-effect mechanism framework. To highlight the essential equipment categories, we calculated the correlations between the number of students with exam scores above 251/300 points of a state exam and the cost of this type of equipment. **Results.** As it turned out, laboratory and digital equipment have the most significant correlations. Purchases of educational literature have a more negligible effect. School procurement of equipment is described by three key control mechanisms: supply chain optimization, incentive, and cost-effect mechanisms. **Conclusion.** This article discusses the issues of determining the effectiveness of school procurement indicators based on the decomposition of the goals of secondary school principals, and describes the procurement management mechanisms for various types of equipment that affect vital results. Data on the potential impact of purchases of various types of school equipment on educational outcomes has been obtained and the cost-effect mechanism applied to schools has been described.

Keywords: control systems, secondary education, material base, cost-effect mechanism

For citation: Bogdanov A.D., Tschepkin A.V. A methodological approach to the management of general education institutions through material resource provision. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2025;25(2):82–94. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr250208

Введение

Рынок материально-технического обеспечения школ является ключевым, формирующим образовательную среду и поддерживающим образовательно-воспитательный процесс учащихся [1, 2]. Помимо решения практической задачи образования молодежи рынок материально-технического обеспечения школ в Российской Федерации является крупным рынком с объемом более 50 миллиардов российских рублей в год [3] и объектом интереса как для частного сектора, так и для правительства. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, ответственное за развитие отрасли, проявляет особый интерес к определению механизмов управления оборудованием в образовательных школах. Также опыт европейских и китайских школ демонстрирует влияние оборудования на образовательный процесс [4, 5]. Однако различные исследования влияния материальной базы школы на образовательный процесс и достижения учащихся редко используют количественные методы анализа.

Первая часть работы описывает эмпирическое исследование, в котором проверяются гипотезы о различных моделях взаимодействия и о функциях полезности участников отрасли образовательного оборудования. Во второй части исследования рассматривается декомпозиция целей школ в рамках закупок оборудования, определение фундаментальных механизмов управления и консолидация функций полезности. Третья часть раскрывает использование механизма «затраты – эффект»

и показывает, какое оборудование в наибольшей степени влияет на функцию полезности школ (образовательный результат). После этого раскрываются перспективы будущих исследований.

Научная новизна работы заключается в применении механизмов математического моделирования для описания образовательной отрасли. Эта работа имеет широкую практическую применимость. Во-первых, результаты, полученные в ходе исследования, могут служить рекомендательной базой для приобретения определенного оборудования школами с целью повышения их результатов. Во-вторых, механизмы управления, выявленные в ходе исследования, а также направления закупок, влияющие на образовательный результат, должны стать основой системы управления отраслью оборудования для школ, создаваемой Министерством промышленности и торговли России.

В данной статье также представлены уникальные количественные результаты, которые в основном подтверждают качественные результаты статей об образовании в России и мире. Например, документ «Систематический обзор исследований в области STEM-образования в странах Персидского залива: тенденции, пробелы и барьеры» [6] качественно подтверждает результат о высоком влиянии цифрового и научного оборудования на результаты образования. Опыт Финляндии [4] аналогичен: учащиеся, использующие современные цифровые технологии и обладающие высокими функциональными цифровыми навыками, лучше сдают школьные тесты. Модели управления сектором образования и основные трудности, отраженные в работе коллег из Высшей школы экономики [7], совпадают с моделями взаимодействия, показанными в данной работе. Работа американских коллег «Высокий доступ и низкий уровень развития технологий в классах средней школы: объяснение очевидного парадокса» [1] также качественно, на основе интервью с учителями, показала важность использования школьного оборудования.

1. Описание методического подхода

Методический подход работы рассматривает школу как целостный объект, единовременно взаимодействующий с множеством агентов на разных уровнях мультиорганизационной системы (рис. 1). Мультиорганизационная система включает в себя:

- уровень управления (муниципальные департаменты, региональные и федеральные органы власти);
- уровень исполнения (администрация школы, педагогический коллектив);
- уровень поставщиков (компании, обеспечивающие материально-техническое оснащение, ИТ-ресурсы).

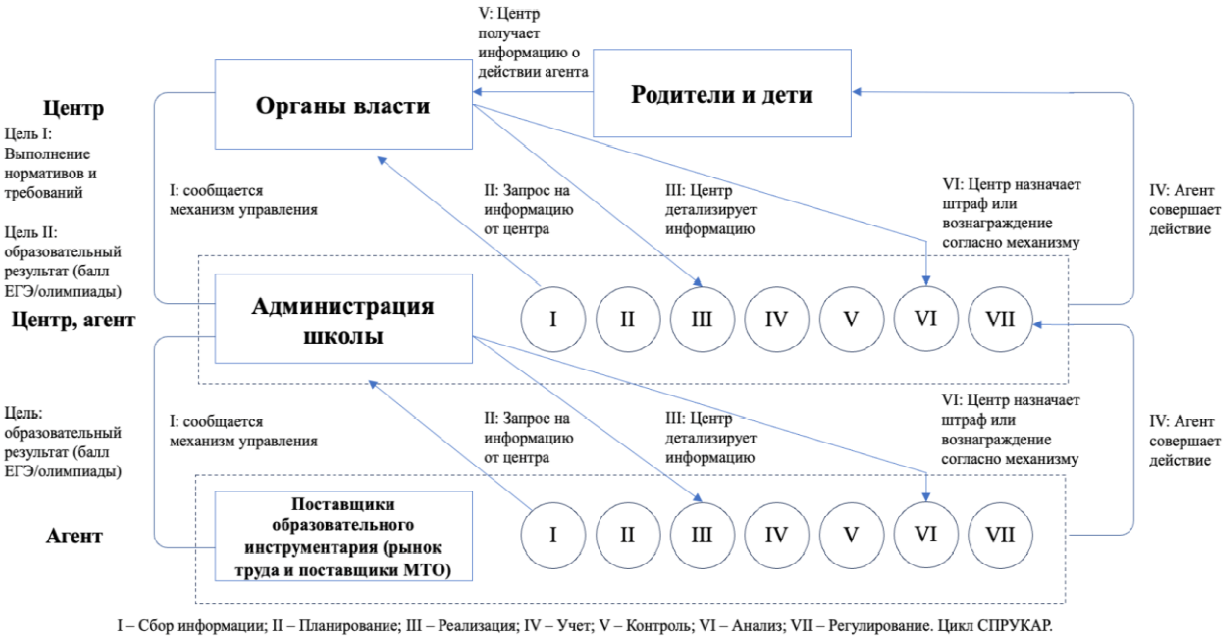

Рис. 1. Рассмотрение школы в рамках методического подхода
Fig. 1. Consideration of the school within the framework of a methodological approach

Такой подход позволяет учесть влияние внешних нормативов, бюджетных ограничений, требований к образовательным результатам и рыночных условий поставок, что формирует комплексное представление о школе как элементе сложной сети.

Помимо этого, методический подход заключается в описании системы школьного образования с точки зрения математических моделей, в частности, механизмов управления.

Далее в статье более детально рассмотрено взаимодействие школы непосредственно с поставщиками материально-технического оснащения.

2. Основные модели взаимодействия школ и поставщиков

Вторым ключевым объектом исследования является отрасль материально-технического обеспечения среднего образования – совокупность производителей, поставщиков, потребителей, государственных органов и других участников, которые создают систему организации оборота и использования трудовых, основных и оборотных средств средних образовательных учреждений (материалов, сырья, полуфабрикатов, машин, учебного и другого оборудования), обеспечивающих образовательный и административно-управленческий процесс. Направление является очень широким, поэтому фокус данной работы сосредоточен на школах и на влиянии различных видов закупок.

Особая значимость материальной базы для образовательных результатов в эпоху современных и цифровых технологий подчеркивается в стратегическом документе «Двенадцать решений для нового образования», разработанном Высшей школой экономики и Центром стратегического развития Российской Федерации [2]. Целью документа является определение механизмов управления в области оборудования в среднем образовании с целью определения функций полезности закупок оборудования в средних образовательных учреждениях.

В связи с этим ключевыми задачами работы являются:

- создание моделей взаимодействия между агентами и центрами в рамках отрасли оборудования в среднем образовании;
- анализ моделей на основе интервью с директорами школ и предприятий;
- декомпозиция целей директоров школ и описание механизмов управления закупками оборудования в школах;
- определение направлений закупок оборудования, которые в наибольшей степени влияют на функцию полезности школ.

В рамках работы авторы формулируют ряд ключевых гипотез.

- Школы принимают решения о закупках самостоятельно, учитывая нормативные акты, а также стремясь максимизировать свои функции полезности.
- Функции полезности школ выражаются в среднем образовательном результате учащихся данной школы.
- Функции полезности школ в отношении оборудования зависят от ряда факторов, включая цену покупки, полезность приобретения конкретного оборудования, а также количество приобретаемого оборудования.
- Закупки учебного оборудования с использованием современных технологий (ИТ, оборудование для проектирования и исследований) оказывают наибольшее влияние на рост функции полезности школ.

В качестве объекта исследования были взяты средние образовательные школы Российской Федерации, за исключением частных школ, из 84 регионов страны. Были получены данные о всех школьных закупках [8] за 2019 и 2020 годы (стоимость каждого лота и каждой единицы приобретенной материальной поддержки), а также для ряда регионов (Санкт-Петербург) были получены данные об образовательных результатах школ (база данных, собранная авторами).

Данные для анализа были собраны с использованием баз данных российской системы государственных закупок [8], баз данных, агрегированных для Министерства промышленности и торговли [3], а также баз данных Единого государственного экзамена в Российской Федерации (в частности, Санкт-Петербурга) [9]. Для проведения интервью с директорами школ и предприятий были использованы контактные базы Фонда развития Физтех-школ и Министерства промышленности и торговли России.

Для проверки первой гипотезы был проведен предварительный анализ нормативных правовых актов и внутренних правил школ [10, 11] для определения механизмов взаимодействия школ и поставщиков учебного оборудования. На основе результатов данной работы было выявлено, что существует три способа приобретения оборудования (рис. 2). Приобретение оборудования школой осуществляется либо в координации с департаментом образования муниципалитета, которому подчиняется школа (процедура закупок I), либо через координацию с департаментом и тендерным комитетом (на основе контролирующего финансового органа) (процедура закупок II). Если объем закупки небольшой, она может быть осуществлена напрямую.

Рис. 2. Базовый процесс проведения закупки
Fig. 2. The basic procurement process

Для проверки гипотез была сформулирована анкета для директоров школ и предприятий. Она состояла из 17 вопросов и позволила определить функцию полезности школ, опрос был проведен среди 5 директоров школ, а также среди 12 представителей менеджмента компаний – поставщиков материального обеспечения.

Все директора школ отметили важность образовательного результата, выраженного в среднем балле Единого государственного и общего государственного экзаменов в школе, количестве победителей в школьных конкурсах и олимпиадах. Кроме того, в регионах, где департамент образования региона установил систему рейтингов (например, Пермский край, Московская область, Москва), ключевым результатом было улучшение позиции школы в рейтинге. Вес школы в этом рейтинге коррелирует с результатами экзаменов. Это подтверждает вторую гипотезу данной работы, согласно которой функция полезности школы выражается в образовательном результате.

Определим ключевые параметры данной модели (рис. 3). К ним относятся:

- x – количество проданной продукции;
- p – цена единицы проданной продукции;
- AC – издержки производства единицы продукции;
- q – показатель качества продукции, $q = [0 \ldots 1]$;
- QC – коэффициент стоимости увеличения качества продукции, измеряемый как издержки на производство самой качественной продукции; по умолчанию считаем, что чем качественнее продукция, тем больше издержки по ее производству;
- AU – коэффициент полезности, который в среднем приносит каждая закупленная единица продукции;
- $\boldsymbol{\theta}(x,\text{plan})$ – гладкая аппроксимация функции Хевисайла («ступенька»), равная 1 (для примера: $\boldsymbol{\theta}(x,\text{plan}) = 0{,}5 + 0{,}5 \cdot tanh\big(1000 \cdot (x - \text{plan})\big)$;
- plan – план школы по закупке того или иного оборудования, который должна выполнить школа;
- g – растущая функция.

Школа решает задачу максимизации своего образовательного результата. Полезность рассчитывается в баллах государственного экзамена.

Следующая формула выражает функцию полезности результатов опроса директоров школ:

$$\boldsymbol{U}_{\text{school}} = f(x, plan, p, q) = \text{AU} \cdot q \cdot \boldsymbol{\theta}(x, plan) - g(p_i \cdot x). \quad (1)$$

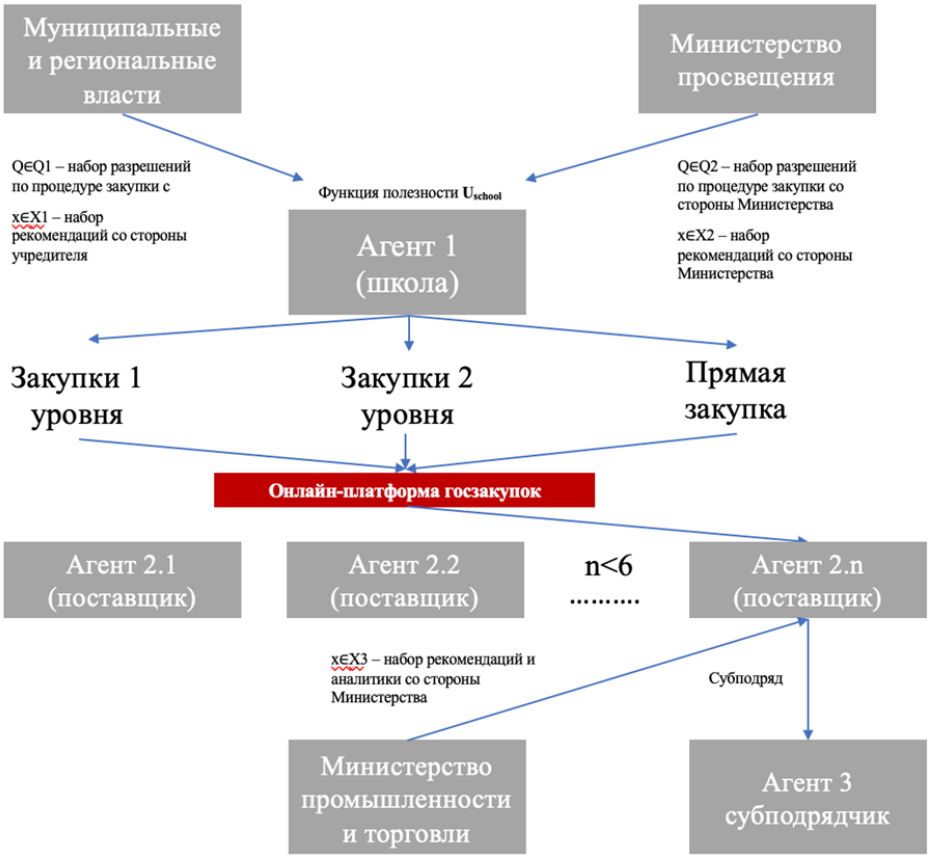

Рис. 3. Наиболее распространенная модель проведения закупки
Fig. 3. The most common purchase model

Согласно опросам руководства поставщиков и представителей Минпромторга России, поставщики максимизируют свою прибыль (если объем компании невелик) или выручку (если выручка компании превышает 1 млрд рублей). Таким образом, формула полезности основного поставщика выражается следующим образом:

$$x = x_1 + x_2, \tag{2}$$

где x_1 – основной поставщик поставляет сам; x_2 – передает на субконтракт.

Для малых поставщиков функция полезности является прибылью и выражается следующим отношением:

$$\boldsymbol{U_i} = f(x_1, x_2, p_i, \mathrm{AC}_i, q) = p_i \cdot (x_1 + x_2) - \mathrm{AC}_i \cdot q(1 + q \cdot \mathrm{QC})x_1 — p_{\mathrm{out}} \cdot x_2. \tag{3}$$

Для крупных поставщиков (максимизируют выручку):

$$\boldsymbol{U_i} = f(x, p_i) = p_i \cdot (x_1 + x_2), \tag{4}$$

где $p_i \cdot (x_1 + x_2) - \mathrm{AC}_i \cdot q \cdot (1 + q \cdot \mathrm{QC}) \cdot x_1 - p_{\mathrm{out}} \cdot x_2 > 0$.

Аргументы с префиксом «out» относятся к внешним субподрядчикам (например: p_{out} – это цена x_2).

Субподрядчик – это прежде всего мелкий поставщик. Его функция полезности выражается следующим образом:

$$\boldsymbol{U_{\mathrm{out}}} = f(x_2, p_{\mathrm{out}}, \mathrm{AC}_{\mathrm{out}}, q) = p_{\mathrm{out}} \cdot x_2 - \mathrm{AC}_{\mathrm{out}} \cdot q \cdot (1 + q \cdot \mathrm{QC}) \cdot x_2. \tag{5}$$

Действует следующий механизм закупки. Сначала школа определяет plan, $p_{\min}$ закупки, p_i $(p_i \geq p_{\min})$, $q_{\min}$ $(q \geq q_{\min})$. Затем индустрия определяет, может ли она произвести товар или нет с качеством $q \geq q_{\min}$. Оставшиеся поставщики определяют свои p_i и x $(x = x_1 + x_2)$, зависящие от плана школы и $p_{\min}$, а также от AC_i и QC. Школа рассматривает все предлагаемые цены p_i и количества x и определяет поставщика, предложение которого предоставит максимальную функцию полезности. Победивший контрагент передает на субподряд x_2 единицы продукции. Обмен денег и товара в данной модели считаем мгновенным.

Если школа ведет регулярную деятельность и административный состав не нарушает нормативы, требования законодательства и вышестоящих органов управления, то ключевой целью является обеспечение уровня экзаменов или рейтинга школы в регионе. Данный показатель является функцией полезности школы и измеряется в среднем балле школы по результатам Единого государственного экзамена или в рейтинге школы, по которым оценивают эффективность работы учреждения. Важно, что директора связывают количественный уровень баллов экзаменов с тем, какое оборудование стоит у них в школе (при обеспечении школы базовым образовательным оборудованием по нормативам).

Также данный опросник позволил провести декомпозицию целей школ (рис. 4). Школе необходимо обеспечить финансовую стабильность школы (отсутствие долгов, наличие средств для оплаты труда учителей) (блок «Финансы») для осуществления успешного процесса проведения регулярных мероприятий, обеспечения школы необходимой материальной поддержкой (блок «МТО-Снабжение») и укомплектования персоналом (блок «Кадры»).

Выполнение требований вышестоящих инстанций чаще всего сводится к выполнению стандартов в рамках школьных мероприятий и процедур закупок и удовлетворению неформальных требований властей (блок «Нормативы»).

Школа достигает высоких образовательных результатов за счет обеспечения высокого уровня удовлетворенности образовательным процессом среди учащихся и родителей (блок «Обучение»), успешного подбора и финансовой поддержки персонала (блок «Кадры»), а также при наличии профессиональной материальной базы (блок «МТО-Снабжение»).

Рис. 4. Первичное дерево целей директора школы
Fig. 4. Primary goal tree of the school principal

Основываясь на целях уровня 1, можно декомпозировать цели, связанные с оборудованием (рис. 5). Сконцентрируемся в первую очередь на дополнительном материально-техническом обеспечении (считаем, что в школу закуплена основная мебель, доски, компьютеры, которые необходимы для начала учебного процесса, и школа дозакупает оборудование, чтобы повышать свои результаты).

Рис. 5. Декомпозиция целей директора школы касательно дополнительного материального обеспечения школы
Fig. 5. Decomposition of the school principal's goals regarding additional equipment supply for the school

Как мы можем заметить из данной декомпозиции, решающее влияние имеет механизм «затраты – эффект». Рассмотрим его подробнее.

3. Механизм «затраты – эффект» в закупках материального обеспечения для школ

Мы видим, что механизм «затраты – эффект» важен в нашей модели. Давайте предположим, что школа может приобрести несколько единиц оборудования, чтобы увеличить образовательный результат. В рамках этой работы мы проанализировали список из более чем 464 видов товаров (на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности), которые все средние учебные заведения РФ закупали за 2019–2020 годы (данные собраны авторами с российского сайта госзакупок [8]). Мы сгруппировали их в 22 ключевые группы:

1) конструкторское и исследовательское оборудование;
2) вычислительное оборудование/компьютеры;
3) учебная литература и гаджеты;
4) мебель;
5) офисное оборудование;
6) развлечения и игрушки;
7) устройства ввода/вывода данных;
8) телевизоры, экраны, видео, фотографии;
9) спорт;
10) предметы изобразительного искусства;
11) устройства хранения данных + работа с данными;
12) звуковое оборудование;
13) предметы для рисования и канцелярские принадлежности;
14) столовая/кухня;
15) компьютерные программы;
16) музыкальные инструменты;
17) товары для технологии (мужчины) /строительные инструменты;
18) телекоммуникационное оборудование;
19) товары для технологии (женщины);
20) лабораторное оборудование;
21) прочие услуги;
22) прочее.

Соответственно, у нас есть 22 варианта расходования средств на материальную базу.

Рассмотрим каждую закупку с точки зрения того, сколько полезности принесет затрата дополнительной единицы средств на единицу определенной продукции [12]. При таком подходе более высокая оценка эффекта покупки на потраченный рубль соответствует более высокому приоритету закупки. Если была проведена оценка средств, которые необходимо потратить на каждую покупку, то в этом случае становится возможным упорядочить существующий список по-

тенциальных инвестиций и определить последовательность их осуществления, сформировав иерархию покупок.

Для понимания процедуры представим, что перед школой есть выбор меньшего числа потенциальных направлений закупки (например, 5, в реальности – 22). Каждое направление закупки может дать фиксированный образовательный результат $\mathbf{Exam}_i$, $i = 1 \ldots 5$. Данные для оценки потенциального влияния той или иной закупки можно получить из количественных данных или экспертной оценки. Тем же самым методом можно оценить издержки на проведение той или иной закупки ($\mathbf{TC}_i$).

Эффективность каждой закупки E_i определяется как отношение оценки на влияние среднего балла за экзамен на затраты.

Мы можем сравнить эффективность закупок, построив графики ниже. Затраты на каждую единицу оборудования отложены по оси абсцисс, а влияние на образовательный результат – по оси ординат. В итоге мы получаем ряд отрезков с началом в нуле и с концом в точке ($\mathbf{TC}_i$, $\mathbf{Exam}_i$) для i-й закупки. Эффективность каждой закупки определяется углом наклона отрезка $\mathbf{Exam}_i/b_i$ (рис. 6).

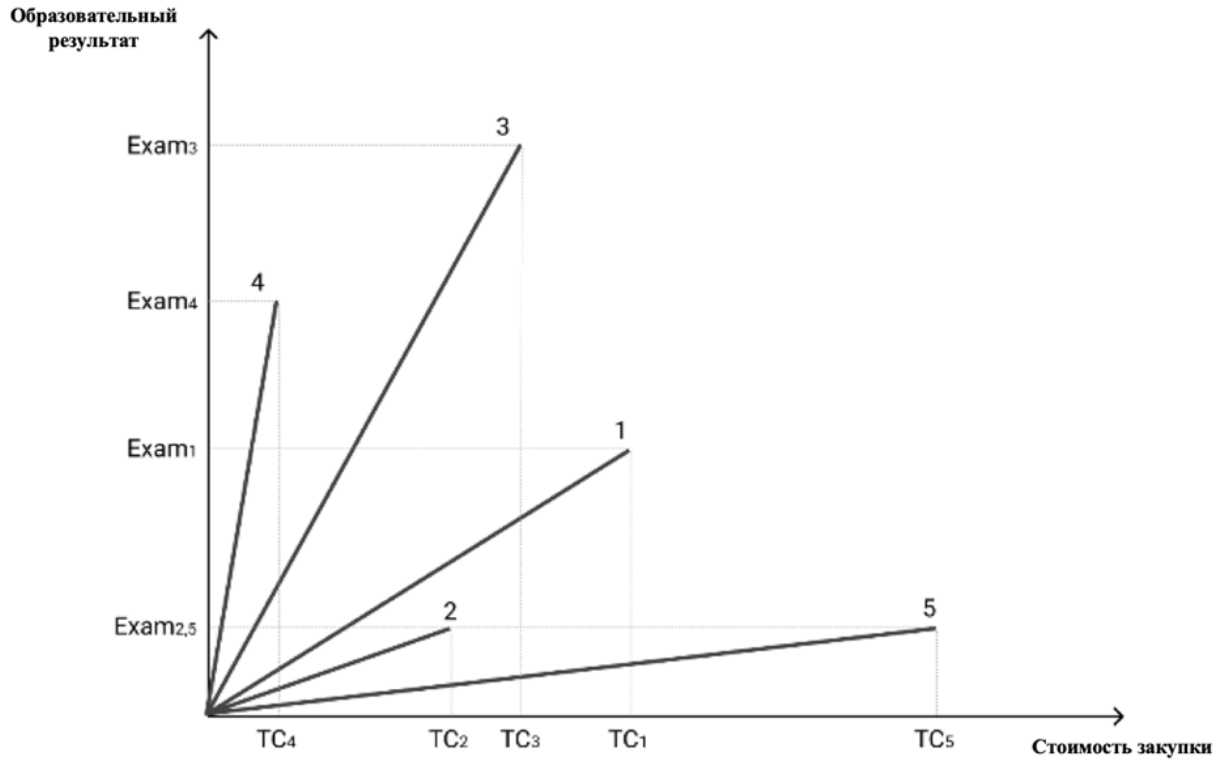

Рис. 6. Эффективность опций в рамках механизма «затраты – эффект»
Fig. 6. The effectiveness of options within the framework of the cost-effect mechanism

Чем выше вклад той или иной закупки на вложенный рубль, тем эффективнее сначала закупать данное оборудование, а потом последующее (при удовлетворении базовых потребностей школы в данном оборудовании). Таким образом, закупки сортируются по показателям $\frac{\mathbf{Exam}_i}{\mathbf{TC}_i}$ и возможно составить суммарный график для проведения закупок в зависимости от рейтинга (рис. 7).

Этот график позволяет определить необходимые затраты на оборудование для достижения конкретного образовательного результата. Как мы видим, построенный график описывает непрерывно возрастающую функцию полезности организации закупок школами. Согласно ему мы можем понять, какое оборудование школа должна приобрести для достижения более высокого образовательного результата.

Модель формулы полезности, представленная в статье, должна быть однофакторной, поэтому она не зависит от других показателей, влияющих на образовательный результат, таких как

заработная плата преподавательского состава или мотивация руководства школы. Однако при прочих равных условиях мы можем использовать построенную модель функции полезности для анализа полезности закупок школами.

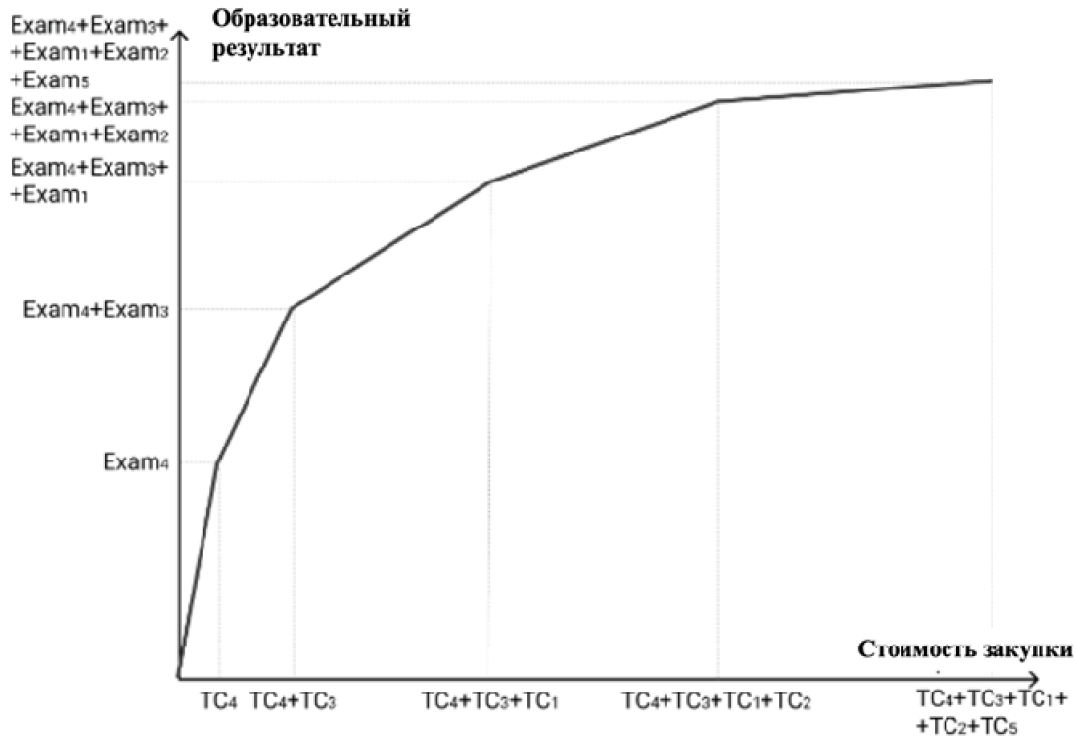

Рис. 7. График зависимости полезности закупки оборудования от трат в рамках механизма «затраты – эффект»
Fig. 7. Utility graph of purchasing equipment on expenses within the framework of the cost-effect mechanism

Следующий шаг – сформулировать гипотезы о том, что школа должна приобрести, чтобы увеличить свою функцию полезности, в первую очередь.

Чтобы понять, какие направления расходов оказывают наиболее существенное влияние на образовательный результат, была использована база данных с количеством учащихся, набравших баллы на Едином государственном экзамене с разной периодичностью по всем школам Санкт-Петербурга, а также данные о закупках этих школ из сервиса государственных закупок. Эта база данных [9] показывает количество выпускников, набравших от 0 до 160 баллов на трех экзаменах, от 161 до 220, от 221 до 250 баллов и от 251 до 300 по Единому государственному экзамену.

Давайте обратим особое внимание на закупки оборудования, влияющие на появление «супербалльников» – учащихся, набравших более 251 балла. Для этого были построены корреляции между количеством супербалльников в школе и стоимостью приобретенного оборудования в указанных выше областях (22 ключевые области). Результаты количественного анализа приведены в таблице.

Как мы видим из результатов количественного анализа, наиболее существенное влияние на появление супербалльников оказывают закупки лабораторного и телекоммуникационного оборудования, а также компьютерных технологий. Эти выводы подтверждаются текущей тенденцией к цифровизации образования и внедрению исследовательских дисциплин, которые играют высокую роль в подготовке школьников. Более того, эти результаты совпадают с качественными исследованиями STEM (наука, технология, инженерия, математика) образования, проведенными ранее [6, 13–15].

Более того, интересно, что покупка учебной литературы практически не влияет на появление суперуказателей, что может свидетельствовать о недостаточном качестве учебной литературы в российских школах.

Корреляции между количеством «супербалльников» в школах Санкт-Петербурга и тратами на направления приобретаемого оборудования
Correlations between the number of «superpointers» in St. Petersburg schools and spending on equipment

Категория товара	Корреляция с ЕГЭ
Лабораторное оборудование	0,74
Телевизоры, экраны, видео, фото	0,566
Телекоммуникационное оборудование	0,565
Устройства для хранения данных и работа с данными	0,529
Прочие услуги	0,404
Офисное оборудование	0,36
Вычислительное оборудование/компьютеры	0,28
Компьютерные программы	0,2
Устройства ввода/вывода данных	0,169
Учебная литература и гаджеты	0,139
Спорт	0,119
Развлечения и игрушки	0,11
Мебель	0,0969
Конструкторское и исследовательское оборудование	0,0933
Звуковое оборудование	0,0183
Прочее	–0,0173
Предметы изобразительного искусства	–0,09
Предметы для рисования и канцелярия	–0,09
Столовая/кухня	–0,109
Технология для мальчиков/строительство	–0,109
Технология для девочек	–0,12
Музыкальные инструменты	–0,25

Таким образом, мы можем определить различные области расходов, которые положительно влияют на значения функции полезности школ, что может быть рекомендациями для школ при проведении закупок. В зависимости от влияния покупки на результат обучения школа может оценивать покупки в рамках реализации механизма «затраты – эффект».

Заключение

В данной статье рассматриваются вопросы определения показателей эффективности закупок школ, полученных на основе декомпозиции целей директоров средних школ, и описание механизмов управления закупками различных видов оборудования, влияющих на жизненно важные результаты.

Для работы была проведена серия интервью с 17 директорами школ и представителями руководства поставщиков, которые показали, что измеримым критическим результатом школы является образовательный результат, измеряемый в средних баллах по экзаменам, а также рейтинг школы в регионе (если существует такая рейтинговая система). Этот критерий становится важным после обеспечения школы необходимым оборудованием. Затем закупается дополнительное оборудование, исходя из влияния на результаты обучения (анализ показал, что школа закупает оборудование 22 расширенных категорий).

В документе также описываются механизмы управления, используемые для обеспечения дополнительной материальной поддержки школы. В рамках работы был выведен тип функции полезности школы в зависимости от приобретения оборудования с использованием механизма «затраты – эффект» и было проанализировано, какие закупки оборудования при прочих равных условиях в наибольшей степени влияют на образовательный результат. К таким направлениям закупок относится прежде всего компьютерное и лабораторное оборудование, позволяющее детям осваивать современные профессии и готовиться к экзаменам. Данная работа носит рекомендательный характер для руководящего состава школ и государственных служб, которые определяют политику в области образования и создания школьного оборудования.

Список литературы

1. Cuban L., Kirkpatrick H., Peck C. High access and low use of technologies in high school classrooms: Explaining an apparent paradox // American Educational Research Journal. 2001. Vol. 38 (4). P. 813–834. DOI: 10.3102/00028312038004813

2. Двенадцать решений для нового образования: доклад Центра стратегических разработок и Высшей школы экономики / под ред. Я.И. Кузьминова, И.Д. Фрумина. М.: Центр стратегических разработок; Высшая школа экономики, 2018. 105 с.

3. Прогноз потребности образовательных учреждений в учебном оборудовании // Физтех-Центр: сайт. URL: https://phystech-center.ru/projects (дата обращения: 15.04.2021).

4. Hakkarainen K., Ilomäki L., Lipponen L. Students' skills and practices of using ICT: Results of a national assessment in Finland // Computers & Education. 2000. Vol. 34 (2). P. 103–117. DOI: 10.1016/S0360-1315(00)00007-5

5. Liang F. Management of physical education classroom teaching in the context of big data // ACM International Conference Proceeding Series. 2022. Vol. 18 (2). P. 1400–1404. DOI: 10.1145/3482632.3483160

6. A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps, and barriers / F. Kayan-Fadlelmula, A. Sellami, N. Abdelkader, S. Umer // International Journal of STEM Education. 2022. Vol. 9 (1). P. 2. DOI: 10.1186/s40594-021-00319-7

7. Модели управления общеобразовательной организацией в условиях реформ: опыт социологического анализа / Н. Г. Фархатдинов, Н. В. Евстигнеева, Д. Ю. Куракин, В. М. Малик // Вопросы образования. 2015. № 2. С. 196–219. DOI: 10.17323/1814-9545-2015-2-196-219

8. Единая информационная система в сфере закупок: официальный сайт. URL: https://zakupki.gov.ru (дата обращения: 10.04.2021).

9. Официальный информационный портал государственной итоговой аттестации выпускников 9 и 11 классов в Санкт-Петербурге. URL: https://www.ege.spb.ru/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=865&Itemid=230 (дата обращения: 10.11.2021).

10. Российская Федерация. Федеральный закон «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» от 18.07.2011 N 223-ФЗ.

11. Российская Федерация. Федеральный закон «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ.

12. Механизмы управления / В.Н. Бурков, И.В, Буркова, М.В. Губко и др. М.: УРСС, 2011.

13. Digital Technologies in Public Procurement Logistics / V.V. Borisova, A.A. Lysochenko, G.A. Vorobyev et al. // Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 198. Springer, Cham, 2021. P. 1394–1402. DOI: 10.1007/978-3-030-69415-9_154

14. Федеральный государственный образовательный стандарт. URL: https://fgos.ru (дата обращения: 10.11.2021).

15. Российская Федерация. Федеральный закон от 10 апреля 2000 г. N 51-ФЗ «Об утверждении Федеральной программы развития образования» (в редакции от 03.08.2018).

References

1. Cuban L., Kirkpatrick H., Peck C. High access and low use of technologies in high school classrooms: Explaining an apparent paradox. *American Educational Research Journal*. 2001;38(4):813–834. DOI: 10.3102/00028312038004813

2. Kuz'minov Ya.I., Frumin I.D. (Eds.). *Dvenadtsat' resheniy dlya novogo obrazovaniya: doklad Tsentra strategicheskikh razrabotok i Vysshey shkoly ekonomiki* [Twelve Solutions for New Education: A Report by the Center for Strategic Research and the Higher School of Economics]. Moscow: Center for Strategic Research; Higher School of Economics; 2018. 105 p. (In Russ.)

3. *Prognoz potrebnosti obrazovatel'nykh uchrezhdeniy v uchebnom oborudovanii* [Predicting model for the needs of educational institutions in educational equipment]. *Phystech-Center: website*. (In Russ.) Available at: https://phystech-center.ru/projects (accessed 15.04.2021).

4. Hakkarainen K., Ilomäki L., Lipponen L. Students' skills and practices of using ICT: Results of a national assessment in Finland. *Computers & Education*. 2000;34(2):103–117. DOI: 10.1016/S0360-1315(00)00007-5

5. Liang F. Management of physical education classroom teaching in the context of big data. *ACM International Conference Proceeding Series*. 2022;18(2):1400–1404. DOI: 10.1145/3482632.3483160

6. Kayan-Fadlelmula F., Sellami A., Abdelkader N., Umer S. A systematic review of STEM education research in the GCC countries: Trends, gaps, and barriers. *International Journal of STEM Education*. 2022;9(1). P. 2. DOI: 10.1186/s40594-021-00319-7

7. Farkhatdinov N.G., Kurakin D. Yu., Evstigneeva N. V. , Malik V.M. Patterns of Managing Secondary Schools under Reforms: Sociological Analysis Experience. *Educational Studies. Moscow*. 2015;(2):196–219. DOI: 10.17323/1814-9545-2015-2-196-219

8. *Edinaya informatsionnaya sistema v sfere zakupok: ofitsial'nyy sayt* [Unified information system in the sphere of procurement: official website]. (In Russ.) Available at: https://zakupki.gov.ru (accessed 10.04.2021).

9. *Ofitsial'nyy informatsionnyy portal gosudarstvennoy itogovoy attestatsii vypusknikov 9 i 11 klassov v Sankt-Peterburge* [Official information portal of the state final certification of graduates of grades 9 and 11 in St. Petersburg]. (In Russ.) Available at: https://www.ege.spb.ru/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=865&Itemid=230 (accessed 10.11.2021).

10. *Rossiyskaya Federatsiya. Federal'nyy zakon "O zakupkakh tovarov, rabot, uslug otdel'nymi vidami yuridicheskikh lits" ot 18.07.2011 N 223-FZ* [Russian Federation. Federal Law "On the procurement of goods, works, services by certain types of legal entities" dated 18.07.2011 No. 223-FZ]. (In Russ.)

11. *Rossiyskaya Federatsiya. Federal'nyy zakon "O kontraktnoy sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlya obespecheniya gosudarstvennykh i munitsipal'nykh nuzhd" ot 05.04.2013 N 44-FZ* [Russian Federation. Federal Law "On the contract system in the sphere of procurement of goods, works, services to meet state and municipal needs" dated 05.04.2013 No. 44-FZ]. (In Russ.)

12. Burkov V.N., Burkova I.V., Gubko M.V. et al. *Mekhanizmy upravleniya* [Management mechanisms]. Moscow: URSS Publ., 2011. (In Russ.)

13. Borisova V.V., Lysochenko A.A., Vorobyev G.A., Pavlenko I.I., Avsharov A.G. Digital Technologies in Public Procurement Logistics. In: *Modern Global Economic System: Evolutional Development vs. Revolutionary Leap. Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 198. Springer, Cham, 2021. P. 1394–1402. DOI: 10.1007/978-3-030-69415-9_154

14. *Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart* [Federal state education standard]. (In Russ.) Available at: https://fgos.ru (accessed 10.11.2021).

15. *Rossiyskaya Federatsiya. Federal'nyy zakon ot 10 aprelya 2000 g. N 51-FZ "Ob utverzhdenii Federal'noy programmy razvitiya obrazovaniya" (v redaktsii ot 03.08.2018)* [Russian Federation. Federal Law of April 10, 2000 N 51-FZ "On Approval of the Federal Program for Education Development" (as amended on August 3, 2018)]. (In Russ.)

Информация об авторах

Богданов Андрей Дмитриевич, заведующий лабораторией нейротехнологий и человеко-машинного взаимодействия, Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия; andrey.bogdanov@phystech.edu.

Щепкин Александр Васильевич, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия; av_shch@mail.ru.

Information about the authors

Andrei D. Bogdanov, Head of the Laboratory of Neurotechnology and Human-Machine Interaction, Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Moscow, Russia; andrey.bogdanov@phystech.edu.

Alexander V. Tschepkin, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Chief Researcher, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; av_shch@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.03.2025
The article was submitted 17.03.2025