

Фадеева Арина Михайловнастудент, ФГБОУ ВО «Российский
экономический университет
им. Г. В. Плеханова», г. Москва,
Российская Федерация**ORCID:** 0000-0002-9013-818X**e-mail:** fadeewa.ar@yandex.ru**МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ
В ФОРМИРОВАНИИ ОПТИМАЛЬНОГО
АССОРТИМЕНТА БЕГОВЫХ ДОРОЖЕК**

Аннотация. В статье представлено решение задачи по интеграции методов минимизации рисков в процессе формирования оптимального ассортимента моделей беговых дорожек на предприятии торговли. Решалась задача многокритериальной оптимизации методом обобщенного критерия. В связи с этим сформулированная задача была расчленена на ряд частных задач, и каждая из них была решена подбором специфических методов. Риски минимизировались математическими методами с учетом экономических показателей предприятия. Также предложены рекомендации для покупателей, желающих приобрести одну из выбранных на основе анализа моделей беговой дорожки и оптимальный вариант выполнения заказа через интернет-магазин с доставкой на дом.

Ключевые слова: методы решения, математические методы, ранжирование, минимизация, риски, многокритериальная оптимизация, беговые дорожки, ассортимент

Для цитирования: Фадеева А.М. Методы минимизации рисков в формировании оптимального ассортимента беговых дорожек // Вестник университета. 2021. № 11. С. 149–156.

Arina M. FadeevaStudent, Plekhanov Russian University
of Economics, Moscow, Russia**ORCID:** 0000-0002-9013-818X**e-mail:** fadeewa.ar@yandex.ru**RISK MINIMISATION METHODS IN SHAPING THE
OPTIMAL RANGE OF TREADMILLS**

Abstract. The article presents a solution to the problem of integrating risk minimisation methods in the process of forming the optimal range of treadmill models in a retail enterprise. The problem of multi-criteria optimisation was solved using the generalised criterion method. The formulated problem was therefore broken down into a number of specific tasks, each of which was solved by selecting specific methods. Risks were minimised by mathematical methods, taking into account the economic performance of the enterprise. Recommendations were also offered for customers wishing to purchase one of the treadmill models chosen from the analysis and the best option for ordering via the online shop with home delivery.

Keywords: solution methods, mathematical methods, ranking, minimisation, risks, multi-criteria optimisation, treadmills, assortment

For citation: Fadeeva A.M. (2021) Risk minimisation methods in shaping the optimal range of treadmills. *Vestnik universiteta*, no. 11, pp. 149–156. DOI: 10.26425/1816-4277-2021-11-149-156

Введение

В настоящее время концепция здорового образа жизни набрала небывалую популярность, возрос спрос на товары и услуги в сфере правильного питания и спорта. Забота о своем физическом состоянии и внешнем виде – неотъемлемая часть жизни успешного человека XXI в. Во всем мире произошел серьезный сдвиг в сторону общего внимания к состоянию здоровья и хорошего самочувствия [1]. Продавцы спортивных товаров стремятся максимально улучшить показатели выручки и количества продаж. Основопологающим элементом коммерческой работы в розничной торговле является формирование торгового ассортимента [2].

Цель данной работы – определить оптимальный ассортиментный перечень беговых дорожек на основе выбранного множества моделей. В ходе исследования решим задачу выбора наилучшей для пользователя модели. Для этого составим матрицу попарного сравнения характеристик беговых дорожек и с помощью ранжирования определим балльную оценку каждой из них.

© Фадеева А.М., 2021.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

© Fadeeva A.M., 2021.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Применением математических методов в целях достижения поставленной цели также решалась задача многокритериальной оптимизации, в решении которой был использован метод обобщенного критерия. По вычисленным интегральным характеристикам, а также соотношению цены и качества отобраны наилучшие пользовательские модели и был сформирован оптимальный ассортимент на основании теоретически выделенного бюджета.

Беговая дорожка – спортивный аэробный тренажер для занятий бегом или ходьбой в помещении, имитирующий беговую трассу. Сегодня беговая дорожка – один из самых популярных фитнес-тренажеров. Для современного спортивного тренажера уже недостаточно простой имитации того или иного спортивного упражнения [7]. С каждым годом производители совершенствуют и дополняют модели в соответствии с запросами покупателей.

В целом рынок беговых дорожек дифференцируется на две категории: профессиональные беговые дорожки (используются в спортивных залах, фитнес-клубах, медицинских организациях, центрах обучения спортсменов и подготовки специалистов различных профессий) и беговые дорожки для домашнего пользования (их отличают более простое устройство конструкции и меньшие размеры).

В настоящем исследовании сделан акцент на второй категории, однако необходимо уточнить, что некоторые пользователи приобретают и профессиональные предметы для занятий дома. Чаще всего это списанные по истечению определенного времени тренажеры из фитнес-клубов. На российском рынке можно встретить как иностранных, так и отечественных производителей. Доля иностранных компаний превалирует, но с каждым годом рынок пополняется товарами российского производства.

Формирование оптимального множества

При выборе модели тренажера необходимо учитывать, в каких условиях покупатель будет его эксплуатировать, сколько места он сможет под нее выделить, каким уровнем спортивной подготовки обладает, какие характеристики наиболее значимы, какова основная цель использования дорожки, какой бюджет может быть выделен для покупки. Технические особенности тренажеров зависят от конструкторских решений, которые определяются необходимостью преимущественного развития одного или одновременно нескольких двигательных качеств [6]. При формировании множества беговых дорожек для оптимизации решения поставленной задачи были выбраны отличные по характеристикам модели, чтобы расширить возможность покупки для различных целей пользователей.

На основании этого сформируем множество из восьми моделей беговых дорожек с описанием их характеристик (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика моделей беговых дорожек

Название модели	Цена, руб.	Максимальный вес, кг	Максимальная скорость, км/ч	Количество программ тренировок, ед.	Регулировка угла наклона	Система амортизации	Управление на ручьяках	Возможность подключения аксессуаров
DFC Omega	25 990	100	12	12	-	+	-	-
Torneo Nota PVFOZ6OOWF	39 999	110	16	6	+	+	+	-
UnixFit ST-530M	30 890	110	12	14	+	+	-	-
Xiaomi WalkingPad R1 Pro	30 990	110	10	-	-	-	-	+
EVO Fitness Vector II	34 990	120	14	12	-	+	+	+

Название модели	Цена, руб.	Максимальный вес, кг	Максимальная скорость, км/ч	Количество программ тренировок, ед.	Регулировка угла наклона	Система амортизации	Управление на рукоятках	Возможность подключения аксессуаров
CardioPower T40	60 900	150	18	8	+	+	+	+
ProXima Gela	79 990	160	20	12	+	+	+	+
Nordic Track X 7i New	149 990	115	20	30	+	+	-	+

Составлено автором по материалам исследования

В нашем исследовании рассмотрим следующие характеристики: цена, максимальный вес (далее – Вес max), максимальная скорость (далее – Ск. max), количество программ тренировок (далее – Кол-во пр.), регулировка угла наклона (далее – Рег. угла накл.), система амортизации (далее – Сист. амортиз.), управление на рукоятках (далее – Упр. на рук.), возможность подключения аксессуаров (Bluetooth/Wi-Fi/USB-разъем) (далее – Возм. подкл.).

Проведем ранжирование потребительских характеристик моделей с определением веса каждой характеристики, используя метод парных сравнений. Для этого необходимо построить матрицу, элементы которой определены следующим образом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 2, \text{ если } P_i \text{ более значимый, чем } P_j; \\ 2, \text{ если } P_i \text{ равнозначен } P_j; \\ 0, \text{ если } P_i \text{ менее значимый, чем } P_j, \end{cases} \quad (1)$$

где b – элемент матрицы, i – номер строки, j – номер столбца, P_i – i -ый критерий, P_j – j -ый критерий.

После заполнения матрицы элементами сравнения находим по строкам суммы баллов по каждому показателю:

$$S_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}, \quad (2)$$

где S_i – сумма баллов по каждому показателю, n – количество показателей.

Правильность заполнения матрицы определяется равенством:

$$\sum_{i=1}^n S_i = n^2. \quad (3)$$

Затем определяется вес характеристик по формуле:

$$M_i = \frac{S_i}{n^2}. \quad (4)$$

где M_i – вес показателя, определяющий его значимость.

Следует заметить, что $\sum_{i=1}^n M_i = 1$.

Таким образом, для нашего случая, где $n = 7$, указанные характеристики будут принимать значения, представленные в сформированной матрице попарного сравнения каждой характеристики (табл. 2).

Таблица 2

Матрица попарного сравнения характеристик

	Вес max	Ск. max	Кол-во пр.	Рег. угла накл.	Сист. аморт.	Упр. на рук.	Возм. подкл.	S_i	M_i	R_i
Вес max	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02	7
Ск. max	2	1	0	0	0	0	0	3	0,06	6
Кол-во пр.	2	2	1	2	2	2	2	13	0,27	1
Рег. угла накл.	2	2	0	1	0	0	0	5	0,10	5
Сист. аморт.	2	2	0	2	1	2	2	11	0,22	2
Упр. на рук.	2	2	0	2	0	1	0	7	0,14	4
Возм. подкл.	2	2	0	2	0	2	1	9	0,18	3

Составлено автором по материалам исследования

Балльная оценка характеристик

На основании проведенных вычислений составим ранжированный перечень характеристик, исходя из которого можно констатировать, что наиболее важной характеристикой при выборе беговой дорожки является количество программ тренировок, наименее важными – максимальный вес и максимальная скорость.

Проведем балльную оценку характеристик моделей (табл. 3).

Таблица 3

Балльная оценка характеристик беговых дорожек

Характеристика	Nordic Track X 7i New	Unifit ST-530M	ProXima Gela	DFC Omega	EVO Fitness Vector II	Cardio Power T40	Torneo Nota PVFOZ600WF	Xiaomi WalkingPad R1 Pro
Кол-во пр.	5	4	3	3	3	2	2	1
Сист. аморт.	5	5	5	5	5	5	5	1
Возм. подкл.	5	1	5	1	5	5	1	5
Упр. на рук.	1	1	5	1	5	5	5	1
Рег. угла накл.	5	5	5	1	1	5	5	1
Ск. max	5	2	2	2	3	5	4	1
Вес max	3	4	1	5	2	1	4	4

Составлено автором по материалам исследования

Решение задачи методом обобщенного критерия

На данном этапе решение сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации, которая возникает в тех случаях, когда имеется несколько характеристик, которые не могут быть отражены одним критерием (например, стоимость, надежность, вес, мощность и т. п.). Требуется найти точку области допустимых решений, которая минимизирует или максимизирует всю совокупность этих критериев. Метод перехода от нескольких критериев к одному, задаваемому новой функцией называется сверткой или методом обобщенного критерия.

Метод обобщенного критерия предлагает перейти от m частных критериев к так называемой свертке критериев:

$$w = \sum_{i=1}^m \alpha_i z_i(x) \rightarrow \max, \quad (6)$$

где w – обобщенный критерий для альтернативы, m – число частных критериев, α_i – вес частного критерия, $z_i(x)$ – функция от альтернативы, x – альтернатива; веса α_i определяют важность критериев [3].

Используя данные таблицы 3, вычислим значения интегральных характеристик качества без учета цены по формуле:

$$F(\alpha_i) = \sum_{i=1}^m M_i \cdot B_i(P_i), \quad (7)$$

где F – значение интегральной характеристики, $B_i(P_i)$ – балльная градация характеристик.

Для рассматриваемых нами моделей интегральные характеристики примут следующие значения:

- 1) F (Nordic Track X 7i New): $0,27 \cdot 5 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 1 + 0,10 \cdot 5 + 0,06 \cdot 5 + 0,02 \cdot 3 = 4,35$;
- 2) F (UnixFit ST-530M): $0,27 \cdot 4 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 1 + 0,14 \cdot 1 + 0,10 \cdot 5 + 0,06 \cdot 2 + 0,02 \cdot 4 = 3,2$;
- 3) F (ProXima Gela): $0,27 \cdot 3 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,10 \cdot 5 + 0,06 \cdot 2 + 0,02 \cdot 4 = 4,21$;
- 4) F (DFC Omega): $0,27 \cdot 3 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 1 + 0,14 \cdot 1 + 0,10 \cdot 1 + 0,06 \cdot 2 + 0,02 \cdot 5 = 2,55$;
- 5) F (EVO Fitness Vector II): $0,27 \cdot 3 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,10 \cdot 1 + 0,06 \cdot 3 + 0,02 \cdot 2 = 3,83$;
- 6) F (CardioPower T40): $0,27 \cdot 2 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,10 \cdot 5 + 0,06 \cdot 5 + 0,02 \cdot 1 = 4,06$;
- 7) F (Torneo Nota PVFOZ6OOWF): $0,27 \cdot 2 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 1 + 0,14 \cdot 5 + 0,10 \cdot 5 + 0,06 \cdot 4 + 0,02 \cdot 4 = 3,34$;
- 8) F (Xiaomi WalkingPad R1 Pro): $0,27 \cdot 1 + 0,22 \cdot 1 + 0,18 \cdot 5 + 0,14 \cdot 1 + 0,10 \cdot 1 + 0,06 \cdot 1 + 0,02 \cdot 4 = 1,77$.

По максимальному значению интегральной характеристики качества лучшей является модель Nordic Track X 7i New.

Затем определим показатель соотношения цены и качества для каждой модели:

- 1) F^* (Nordic Track X 7i New): $149\,990 / 4,35 = 34\,480,46$;
- 2) F^* (UnixFit ST-530M): $30\,890 / 3,20 = 9\,653,13$;
- 3) F^* (ProXima Gela): $79\,990 / 4,21 = 19\,000,00$;
- 4) F^* (DFC Omega): $25\,990 / 2,55 = 10\,192,16$;
- 5) F^* (EVO Fitness Vector II): $34\,990 / 3,83 = 9\,135,77$;
- 6) F^* (CardioPower T40): $60\,900 / 4,06 = 15\,000,00$;
- 7) F^* (Torneo Nota PVFOZ6OOWF): $39\,999 / 3,34 = 11\,975,75$;
- 8) F^* (Xiaomi WalkingPad R1 Pro): $30\,990 / 1,77 = 17\,508,47$.

По минимальному показателю цена/качество наилучшим выбором является модель EVO Fitness Vector II.

Для того чтобы сформировать оптимальный ассортиментный перечень, найдем сумму интегральных характеристик качества всех беговых дорожек:

$$F_{\text{общ.}} = 4,35 + 3,20 + 4,21 + 2,55 + 3,83 + 4,06 + 3,34 + 1,77 = 27,31.$$

Затем определим процентную долю моделей в ассортименте для закупки и распределения денежных средств:

- 1) P_1 (Nordic Track X 7i New) = 15,9 %;
- 2) P_2 (UnixFit ST-530M) = 11,7 %;

- 3) P_3 (ProXima Gela) = 15,4 %;
- 4) P_4 (DFC Omega) = 9,3 %;
- 5) P_5 (EVO Fitness Vector II) = 14,0 %;
- 6) P_6 (CardioPower T40) = 14,9 %;
- 7) P_7 (Torneo Nota PVFOZ6OOWF) = 12,2 %;
- 8) P_8 (Xiaomi WalkingPad R1 Pro) = 6,5 %.

В соответствии с проведенными исследованиями, оптовая закупочная стоимость каждой модели составляет:

- 1) для Nordic Track X 7i New – 105 000 руб.;
- 2) для UnixFit ST-530M – 21 000 руб.;
- 3) для ProXima Gela – 55 000 руб.;
- 4) для DFC Omega – 17 000 руб.;
- 5) для EVO Fitness Vector II – 23 000 руб.;
- 6) для CardioPower T40 – 41 000 руб.;
- 7) для Torneo Nota PVFOZ6OOWF – 26 000 руб.;
- 8) для Xiaomi WalkingPad R1 Pro – 21 700 руб.

На этом основании и при условии, что мы распоряжаемся суммой в 1 500 000 руб., необходимо закупить оптимальное число моделей в соответствии с их процентной характеристикой.

Делением части распределенного на каждую модель бюджета на оптовую стоимость каждой модели получается количество моделей, необходимых для закупки:

- 1) Nordic Track X 7i New: $238\,923 / 105\,000 = 2$ ед.;
- 2) ProXima Gela: $231\,234 / 55\,000 = 4$ ед.;
- 3) CardioPower T40: $222\,995 / 41\,000 = 5$ ед.;
- 4) EVO Fitness Vector II: $210\,363 / 23\,000 = 9$ ед.;
- 5) Torneo Nota PVFOZ6OOWF: $183\,449 / 26\,000 = 7$ ед.;
- 6) UnixFit ST-530M: $175\,760 / 21\,000 = 8$ ед.;
- 7) DFC Omega: $140\,059 / 17\,000 = 8$ ед.;
- 8) Xiaomi WalkingPad R1 Pro: $97\,217 / 21\,700 = 4$ ед.

Оценка риска

Предположим, что анализ не был проведен и выделенный бюджет был распределен поровну между всеми моделями. Тогда, каждую модель необходимо закупить на сумму 187 500 руб., то есть 12,5 % от выделенного бюджета.

В таком варианте, соответственно, риск упущенной выгоды (не докупить нужное количество моделей) или риск замороженных средств (купить большее количество, чем может быть реализовано) следующий:

- 1) Nordic Track X 7i New: $15,9\% - 12,5\% = 3,4\%$
- 2) ProXima Gela: $15,4\% - 12,5\% = 2,9\%$
- 3) CardioPower T40: $14,9\% - 12,5\% = 2,4\%$
- 4) EVO Fitness Vector II: $14,0\% - 12,5\% = 1,5\%$
- 5) Torneo Nota PVFOZ6OOWF: $12,2\% - 12,5\% = -0,3\%$
- 6) UnixFit ST-530M: $11,7\% - 12,5\% = -0,8\%$
- 7) DFC Omega: $9,3\% - 12,5\% = -3,2\%$
- 8) Xiaomi WalkingPad R1 Pro: $6,5\% - 12,5\% = -6\%$

Таким образом, риск упущенной выгоды составит 10,2 %, а риск замороженных средств составит – 10,3 %. В целом риск может составить 20,5 % от выделенных средств, что весьма ощутимо для предприятия торговли.

Для покупателей, желающих приобрести одну из выбранных на основе анализа моделей беговых дорожек, оптимальным вариантом будет заказ через интернет-магазин с доставкой на дом. Проанализируем интернет-продавцов, сравнив их условия доставки (табл. 4).

Таблица 4

Анализ характеристик интернет-продавцов

Интернет-продавец	Стоимость доставки, руб.	Стоимость дополнительной услуги, руб.	Гарантия от производителя	Продолжительность существования на рынке / известность	Возможность оплаты при получении
OZON	от 249	2 024 (сборка)	-	+	-
Ситилинк	от 490	0	+	+	+
Эльдорадо	290	0	+	+	+
Техностор	0	150 (подъем)	+	-	+
Онлайн Трейд РУ	590	0	-	-	-
Sportmag.ru	0	0	-	-	+
Sport-expert.ru	500	0	-	-	+

Составлено автором по материалам исследования

Оптимальным выбором является магазин «Эльдорадо». Это известное и удобное предприятие торговли, предоставляющее возможность вернуть товар в случае обнаружения заводских дефектов или воспользоваться сервисом для ремонта беговой дорожки.

Заключение

Успешность управления продажами, в том числе и в розничной торговле, зависит от полноты учета влияющих факторов, как на этапе принятия управленческих решений, так и на этапе их реализации [4]. Для снижения риска появления деструктивных последствий неверных решений необходимо использовать научно обоснованные экономико-математические методы при сопоставлении и обнаружении преимуществ и недостатков различных вариантов. Одним из основных процессов коммерческой деятельности является формирование товарного ассортимента, при реализации которого немаловажным является принятие рациональных управленческих решений, способствующих снижению затрат на реализацию продукции. Актуальность снижения издержек фирмы существенно увеличивается в условиях мирового финансового кризиса [5]. Применение экономико-математических расчетов показателей управления товарными запасами позволяют существенно снизить затраты на транспортировку товаров. В данной работе продемонстрирована значимость математических наук для эффективной экономической деятельности.

Библиографический список

1. Гугелев А. В., Чистякова С. В., Щукин О. С Анализ конкурентоспособности игроков розничного рынка спортивных товаров в России и США // Вестник ВГУ. Серия: экономика и управление. – 2019. – № 4. – С. 128–132.
2. Кочкаров, А. А. Методы принятия управленческих решений: количественный подход: учебное пособие. – М.: КноРус, 2020. – 145 с.
3. Левкин, Г. Г., Никифоров, О. А. Коммерческая деятельность. Основы коммерции: учебное пособие. – М.: КноРус, 2019. – 258 с.
4. Новикова, Н. Г. Факторы, влияющие на результаты управления продажами в условиях конкуренции в сфере услуг (на примере услуг розничной торговли) товара // Baikal Research Journal. – 2017. – Т. 8, № 2. – С. 36–42. [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2017.8\(2\).19](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2017.8(2).19)
5. Семиглазов, В. А., Семиглазов, А. М. Математические модели полирыночной стратегии реализации инновационного товара // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314, № 6. – С. 36–42.
6. Соломченко, М. А., Горбачева, О. А. Роль тренажеров в спорте. – МОО «Академия безопасности и выживания», 2017. – 100 с.
7. Юшкевич Т. П., Васюк В. Е., Буланов В. А. Тренажеры в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 320 с.

References

1. Gugelev A. V., Chistyakova S. V., Schukin O. S. Analysis players competitiveness of sporting goods retail market in Russia and the United States, *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, 2019. – № 4. – P. 128–132. (In Russian).
2. Kochkarov A. A. *Methods for making management decisions: quantitative approach: textbook*, Moscow, KnoRus, 2020, 145 p. (In Russian).
3. Levkin G. G., Nikiforov O. A. *Commercial activity. Fundamentals of commerce: textbook*, Moscow, KnoRus, 2019, 258 p. (In Russian).
4. Novikova N. G. Factors influencing the results of sales management in terms competition in service sphere (as exemplified by retail trade services), *Baikal Research Journal*, 2017, vol. 8, no. 2, pp. 36–42. (In Russian). [https://doi.org/10.17150/2411-6262.2017.8\(2\).19](https://doi.org/10.17150/2411-6262.2017.8(2).19)
5. Semiglazov V. A., Semiglazov A. M. Mathematical models of a multi-market strategy for the implementation of an innovative product, *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2009, vol. 314, no. 6, pp. 36–42. (In Russian).
6. Solomchenko M. A., Gorbacheva O. A. *The role of simulators in sport*, Moscow, Akademiya bezopasnosti i vyzhivaniya, 2017, 100 p. (In Russian).
7. Yushkevich T. P., Vasyuk V. E., Bulanov V. A. *Training apparatus in sport*, Moscow, Fizkul'tura i sport, 1989, 320 p. (In Russian).