

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации

На правах рукописи

Скрипник Анастасия Руслановна

РАЗРАБОТКА
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО
ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ГОСУДАРСТВА
В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель

Трегуб Илона Владимировна,
доктор экономических наук, профессор

Москва – 2025

Диссертация представлена к публичному рассмотрению и защите в порядке, установленном ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» в соответствии с предоставленным правом самостоятельно присуждать ученые степени кандидата наук, ученые степени доктора наук согласно положениям пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Публичное рассмотрение и защита диссертации состоятся 3 декабря 2025 г. в 15:00 часов на заседании диссертационного совета Финансового университета Д 505.001.111 по адресу: Москва, Ленинградский проспект, д. 51, корп. 1, аудитория 1001.

С диссертацией можно ознакомиться в диссертационном зале Библиотечно-информационного комплекса ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» по адресу: 125167, Москва, Ленинградский проспект, д. 49/2, комн. 100 и на официальном сайте Финансового университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу: www.fa.ru.

Персональный состав диссертационного совета:

председатель – Соловьев В.И., д.э.н., профессор;
заместитель председателя – Коровин Д.И., д.э.н., доцент;
ученый секретарь – Золотова Т.В., д.физ.-мат.н., доцент;

члены диссертационного совета:

Абдикеев Н.М., д.техн.н., профессор;
Афанасьев А.А., д.э.н., доцент;
Васильева Е.В., д.э.н., доцент;
Владова А.Ю., д. техн.н., доцент;
Михайлова С.С., д.э.н., доцент;
Судаков В.А., д.техн.н., доцент;
Трегуб И.В., д.э.н., профессор.

Автореферат диссертации разослан 7 октября 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
Финансового университета Д 505.001.111

Т.В. Золотова

I Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. Увеличение продолжительности и улучшение качества жизни, как следствие сокращения показателей заболеваемости и смертности на сегодня является главной целью в системе здравоохранения. Достижение данной цели возможно путем направления финансирования на профилактику и лечение заболеваний, которые несут наибольший ущерб государству, но никак не путем постоянного необоснованного увеличения затрат на здравоохранение. Регулятор обратил внимание на вопрос ценового регулирования, поскольку снижение цен и переход на закупку более дешевых лекарственных препаратов является самым простым способом рационализации затрат на здравоохранение. Однако использование данного метода является не очень эффективным, поскольку разработка и производство препаратов требуют огромных вложений и при чрезмерном одностороннем снижении цен со стороны регулятора, производители просто перестанут внедрять препараты в страну и пациенты останутся без лечения. Таким образом, наиболее важным фактором является эффект, который приносит препарат, и стоимость достижения данного эффекта, где цена является одним из элементов. Именно данный фактор определяет необходимость проведения оценки технологий здравоохранения как со стороны производителей, так и со стороны организаторов здравоохранения всех уровней.

Одним из элементов проведения оценки технологий здравоохранения являются фармакоэкономические исследования. Результаты таких исследований демонстрируют стоимость достижения приносимого эффекта. Они могут показать, как при изменении определенных параметров, например стоимости лекарственного препарата, стоимости лечения нежелательных явлений или же количества пациентов, будет меняться размер необходимого финансирования по данному заболеванию. С помощью фармакоэкономических исследований организаторы здравоохранения разных уровней могут определить, что станет результатом перехода от старой технологии здравоохранения на новую: как это повлияет на качество жизни пациентов и ее продолжительность, какое при этом будет влияние на бюджет. Зная данные результаты, лица принимающие решения могут формировать список лекарственных препаратов для государственного

финансирования (далее – Перечень), принимать стратегические, управленческие и финансовые решения как на государственном, так и на территориальных уровнях.

В этом контексте особенно актуальной становится разработка экономико-математического инструментария для выработки управленческих решений государства в сфере здравоохранения.

В современных исследованиях в качестве экономико-математического инструментария понимаются как методы, так и модели, описывающие процессы в социальных и экономических системах для решения различных практических задач экономики, бизнеса и государственного управления. Под экономико-математическим инструментарием в данной работе понимается система математических методов и моделей, направленных на формализацию и количественный анализ экономических явлений и процессов с целью повышения обоснованности принимаемых решений.

Степень разработанности темы исследования. Первыми исследованиями в области экономики здравоохранения стали работы таких ученых как У. Петти, К. Ротонди. Истоки современной концепции оценки технологий здравоохранения связывают с работами С. Мушкина, К. Эрроу, М. Гроссмана. В последующем данная область расширена такими исследователями как Д. Сакетт, А.Л. Кокрейн.

Авторами первых работ по теме оценки технологий здравоохранения в СССР стали Богатырева И.Д., Ройтман М.П., Минакова И.Г., в России – Мор Т., Быков А.В., Савелли Э., Загорский А., Розенсон О.Л., Страчунский Л.С., Кобельт Г., Кобина С.А., Семенов В.Ю., Воробьев П.А., Белоусов Ю.Б., Карпов О.И., Белоусов Д.Ю. Следует также отметить создание отдельной специальности на базе университетов с такими руководителями как Кукес В.Г., Белоусов Ю.Б., Зайцев А.А., Ягудина Р.И. В последние годы наиболее значимыми работами в области оценки технологии здравоохранения и принятия решений в сфере государственного финансирования лекарственного обеспечения являются исследования под авторством Омеляновского В.В., Авксентьевой М.В., Колбина А.С., Суры М.В., Сухоруких О.А., Деркач Е.В., Игнатьевой В.И., Недогоды С.В., Зырянова С.К., Журавлевой М.В.

Целью исследования является разработка экономико-математического инструментария, представляющего собой комплекс имитационных моделей оценки уровня выживаемости пациентов при применении выбранной технологии

здравоохранения и экономико-статистической модели определения затрат государства и клинико-экономической эффективности финансирования данной технологии здравоохранения, а также методики выбора переменных и определения их весов для оценки целесообразности включения технологии здравоохранения в Перечень и системы поддержки принятия решений для повышения уровня обоснованности принимаемых управленческих решений при распределении государственных бюджетных средств на лекарственное обеспечение в сфере здравоохранения.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнение **задач**:

- провести анализ нормативно-правовой базы и обзор современных научных подходов к оценке технологий здравоохранения и на их основе обосновать выбор методов исследования процесса формирования решения государства в сфере здравоохранения, направленного на рационализацию расходов на здравоохранение и формирование системы лекарственного обеспечения;

- на основе обоснованных методов исследования разработать имитационные модели для оценки длительности этапов развития состояний пациента при лечении выбранными технологиями здравоохранения, обеспечиваемыми за счет государственного финансирования;

- разработать экономико-статистическую модель для определения доли пациентов, находящихся на различных этапах заболевания и на основе этой модели провести расчет необходимого финансирования выбранной технологии здравоохранения для каждого этапа;

- на основе экономико-математического анализа подходов к решению изучаемой задачи обосновать необходимость совершенствования методологии принятия решений и сформулировать предложения по улучшению инструментария. Осуществить отбор переменных для проведения многокритериальной оценки технологии здравоохранения при принятии решений;

- с использованием метода парного сравнения альтернатив осуществить разработку рекомендаций по выбору технологии здравоохранения с учетом отобранных на предыдущем этапе социально-экономических и медицинских переменных;

– разработать систему поддержки принятия решений для повышения уровня обоснованности принимаемых управленческих решений государства в сфере здравоохранения.

Объектом исследования выступает система государственного лекарственного обеспечения России как составляющая общественного сектора экономики.

Предметом исследования является процесс оценки технологий здравоохранения, обеспечивающий обоснованное принятие решений в сфере государственного лекарственного обеспечения России.

Область исследования диссертации соответствует п. 12. «Имитационное моделирование. Разработка и оценка имитационных моделей экономических процессов»; п. 14. «Эконометрические и статистические методы анализа данных, формирования и тестирования гипотез в экономических исследованиях. Эконометрическое и экономико-статистическое моделирование»; п. 17. «Развитие и применение инструментария разработки систем поддержки принятия решений в сфере экономической политики и обеспечения национальных интересов» Паспорта научной специальности 5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (экономические науки).

Научная новизна исследования заключается в разработке экономико-математического инструментария для решения задачи формирования управленческих решений государства в сфере здравоохранения в виде имитационных моделей распределения уровня выживаемости, экономико-статистической модели оценки клинико-экономической эффективности технологии здравоохранения, методики выбора социально-экономических и медицинских переменных и системы поддержки принятия решений о государственном финансировании лекарственного обеспечения.

Положения, выносимые на защиту. Результаты, полученные лично автором в ходе проведения исследования и отвечающие требованиям научной новизны, а также выносимые на защиту, состоят в следующем:

– на основе кривых Каплана-Мейера с использованием данных из открытых источников разработаны имитационные модели уровня выживаемости пациентов,

применяющих выбранную технологию здравоохранения, как составляющие экономико-математического инструментария для выработки управленческих решений государства в сфере здравоохранения. Модели используются для определения вероятности отсутствия прогрессирования заболевания пациента на недельных интервалах за последние пять лет и расчета уровня необходимого финансового обеспечения каждого этапа лечения пациента (С. 68-74);

– с учетом разработанных имитационных моделей уровня выживаемости разработана экономико-статистическая модель оценки клинико-экономической эффективности технологии здравоохранения для принятия решений, базирующихся на сопоставлении издержек альтернативных вариантов технологий здравоохранения. В основе модели лежит оценка экономического эффекта, характеризующегося накопленной суммой экономии затрат при применении технологии за пятилетний период. Модель учитывает количественные характеристики популяции, применяющей данную технологию в течение расчетного периода постепенного внедрения новой технологии, и предусматривает непрерывное дисконтирование денежных затрат (С. 75-83; 101-115);

– на основе процедуры экспертного оценивания разработана методика выбора социально-экономических и медицинских переменных и их весов для оценки экономической целесообразности включения технологии здравоохранения в систему лекарственного обеспечения. Данный инструментарий позволяет учесть степень влияния переменных на обоснованность принятия решений в вопросах государственного финансирования лекарственного обеспечения (С. 91-100; 118-125);

– разработана система поддержки принятия решений, включающая расчет индекса соответствия социально-экономической обоснованности предлагаемого к включению препарата по сравнению с препаратом сравнения. Система поддержки принятия решений предназначена для оценки и выбора технологии здравоохранения при принятии решений о государственном финансировании лекарственного обеспечения и позволяет повысить уровень обоснованности принимаемых управленческих решений при распределении государственных бюджетных средств на лекарственное обеспечение в сфере здравоохранения (С. 126-135).

Теоретическая значимость работы заключается в совершенствовании механизмов принятия решения о государственном финансировании лекарственного обеспечения и повышения уровня обоснованности принимаемых управленческих решений при распределении государственных бюджетных средств на лекарственное обеспечение в сфере здравоохранения. Результаты, полученные автором, могут быть использованы для дополнения и поддержки существующего подхода по оценке технологий здравоохранения при решении государства о финансировании лекарственного обеспечения, устранения неоднозначности и добавления согласованности и объективизации процесса принятия решения.

Практическая значимость работы заключается в разработке системы поддержки принятия решений при оценке технологий здравоохранения, включающей процедуры экспертного оценивания, что повышает степень обоснованности решений в вопросах государственного обеспечения. Система поддержки принятия решений при оценке технологий здравоохранения может быть использована на практике предприятиями, деятельность которых связана с финансированием лекарственного обеспечения.

Методологию и методы исследования составляют фундаментальные положения и научно-методологические подходы к моделированию и прогнозированию оценки технологий здравоохранения. Методологическая основа исследования состоит из таких методов как систематический, статистический, экономико-математический и эконометрический анализ.

Степень достоверности, апробация и внедрение результатов исследования. Обоснованность и достоверность результатов, выносимых на защиту, обеспечены применением имитационного и экономико-статистического моделирования, разработкой системы поддержки принятия решения, а также сопоставлением результатов с принятыми решениями. Основные положения и выводы диссертационной работы докладывались и озвучены в рамках научно-практических мероприятий: на Всероссийской научно-практической конференции «Финансы и корпоративное управление в меняющемся мире» (Москва, Финансовый университет, 3 декабря 2019 г.); на XXVII Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» в рамках Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020» (Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, 12-20 ноября 2020 г.); на Международной

конференции «VIRTUAL ISPOR EUROPE 2021» (г. Копенгаген, Дания, Международное общество фармакоэкономических исследований, 30 ноября – 3 декабря 2021 г.).

Результаты исследования применены в деятельности отдела доступа на рынок и ценообразования АО «БАЙЕР». В частности, используется разработанная в диссертации методика определения показателей, используемых для повышения качества принятия решений при оценке технологий здравоохранения. По материалам исследования внедрена система поддержки принятия решений при оценке технологий здравоохранения, включающая процедуры экспертного оценивания, что повышает степень обоснованности решений в вопросах государственного обеспечения. Выводы и основные положения исследования используются в практической работе организации и способствуют рационализации стратегических решений для дальнейшего прохождения оценки технологий здравоохранения.

Апробация и внедрение результатов исследования подтверждены соответствующими документами.

Публикации. Основные положения и результаты исследования отражены в 6 публикациях общим объемом 3,75 п.л. (весь объем авторский), в том числе 4 работы авторским объемом 3,15 п.л. опубликованы в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК при Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Цель и задачи исследования определили структуру работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, содержащего 181 наименование, 8 приложений. Текст диссертации изложен на 193 страницах, включает 36 рисунков, 47 таблиц и 46 формул.

II Основное содержание работы

В первой главе диссертации рассмотрены теоретические и практические вопросы государственного финансирования и регулирования лекарственного обеспечения в здравоохранении. Раскрыты существующие в литературе подходы к оценке технологий здравоохранения, основные понятия, связанные с оценкой технологии здравоохранения и этапы ее проведения.

Осуществлен критический обзор опубликованных в России работ по оценке технологий здравоохранения и выявлены недостатки в их выполнении, в том числе некачественное выполнение фармакоэкономических исследований. Проведенный анализ нормативно-правовой базы и обзор современных научных подходов к оценке технологий здравоохранения показал необходимость улучшения качества проводимых исследований. Помимо этого, существует потребность в дальнейшем совершенствовании методологии процесса принятия решения государством в сфере здравоохранения, направленного на рационализацию расходов на здравоохранение и формирование системы лекарственного обеспечения.

Во второй главе диссертации приведен критический обзор текущего оценивания и отмечены недостатки используемых шкал. Осуществлена эконометрическая оценка влияния ряда переменных на долю голосов «за» принятие комиссией решения о включении лекарственного препарата в Перечень среди общего количества голосов в рамках линейной модели. В рамках данной оценки проведен анализ решений комиссии по 201 Предложению о включении препаратов в Перечень с 18.07.2019 по 28.04.2025. В качестве зависимой переменной использовался процент голосов членов комиссии, отданных за включение препарата в Перечень. Большинство переменных в полученном уравнении регрессии оказали незначимое влияние на зависимую переменную, что представлено в таблице 1. Коэффициент детерминации показал умеренную связь зависимой переменной от рассматриваемых показателей ($R^2 = 0,310$).

После применения алгоритма пошаговой регрессии, в том числе проверки значимости коэффициентов, а также после устранения мультиколлинеарности получено уравнение двухфакторной модели, представленное в формуле (1)

$$Y = 0,16 + 0,17X_1 + 0,41X_2, \quad (1)$$

где Y – доля голосов за включение препарата в Перечень;

X_1 – методологическое качество анализа затраты эффективность;

X_2 – заключение главного внештатного специалиста о наличии целесообразности включения препарата.

Таблица 1 – Результаты оценивания (зависимая переменная – «доля голосов за включение препарата в Перечень»)

Переменная		Коэффициент	Стандартная ошибка	P-значение
1	2	3	4	5
x1	Орфанный препарат	0,00	0,00	0,40
x2	Цена из протокола заседания	0,16	0,07	0,16
x3	Снижение цены во время комиссии	-0,30	0,25	0,02
x4	Данные о локализации в Российской Федерации	0,04	0,08	0,24
x5	Методологическое качество анализа затраты эффективность	0,11	0,05	0,65
x6	Методологическое качество анализа влияния на бюджет	0,11	0,05	0,06
x7	Балл за анализ затраты-эффективность	-0,28	0,33	0,41
x8	Балл за анализ влияния на бюджет	-0,29	0,33	0,38
x9	Сумма баллов за анализ затраты эффективность и анализ влияния на бюджет	0,31	0,33	0,35
x10	Качество клинического исследования	0,01	0,01	0,10
x11	Эффективность препарата	0,03	0,01	0,00
x12	Безопасность препарата	0,02	0,01	0,10
x13	Дополнительная терапевтическая ценность	-0,02	0,02	0,26
x14	Прочие данные препарата	-0,01	0,04	0,75
x15	Оценка Центра экспертизы	0,03	0,04	0,44
x16	Наличие препарата в стандартах	0,06	0,04	0,20
x17	Наличие препарата в клинических рекомендациях	-0,25	0,09	0,01
x18	Итоговая сумма набранных баллов	0,01	0,01	0,20
x19	Заключение главного внештатного специалиста о наличии целесообразности включения препарата	0,34	0,10	0,00
Константа		-0,17	0,20	-
F-статистика		5,174		
Значимость F-статистики		0,000		
R ²		0,310		
R ² скор.		0,250		
Число наблюдений		201		

Источник: составлено автором.

Как представлено в таблице 2, при увеличении методологического качества анализа «затраты-эффективность» с низкого на среднее/высокое или со среднего на высокое (при прочих равных условиях) доля голосов за включение препарата в Перечень увеличивается на 17%. Если заключение главного внештатного специалиста меняется с отрицательного (об отсутствии целесообразности) на положительное (о наличии целесообразности), это приводит к росту доли голосов в пользу включения на 41%. Тем не менее, полученное значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,108$ указывает на то, что уравнение регрессии объясняет лишь 10,8% вариации зависимой переменной, тогда как оставшиеся 89,2% обусловлены переменными, не включенными в модель.

Таблица 2 – Результаты оценивания после исключения незначимых переменных (зависимая переменная – «доля голосов за включение препарата в Перечень»)

Переменная		Коэффициент	Стандартная ошибка	P-Значение
x1	Методологическое качество анализа затраты-эффективность	0,17	0,05	0,001
x2	Заключение главного внештатного специалиста о целесообразности включения препарата в Перечень	0,41	0,11	0,001
Константа		0,16	0,11	-
F-статистика		11,988		
Значимость F-статистики		0,000		
R^2		0,108		
R^2 скор.		0,099		
Число наблюдений		201		

Источник: составлено автором.

В продолжении второй главы разработана экономико-статистическая модель оценки клинико-экономической эффективности технологии здравоохранения для принятия решений, базирующихся на сопоставлении издержек альтернативных вариантов технологий здравоохранения.

На основе кривых Каплана-Мейера для экстраполяции данных за пределы периода существующих исследований построены имитационные модели уровня выживаемости пациентов на основе вероятностных распределений:

экспоненциальной, Гомпертца, Вейбулла, лог-логистической и логнормальной. Функции распределений вероятностей определялись по формулам (2)-(6)

$$S(t) = \exp(-\delta \times t), \quad (2)$$

где $S(t)$ – функция экспоненциального распределения вероятности;
 δ – параметр формы (-4,3629);
 t – момент времени, в котором проводится оценка вероятности нахождения пациента в заданном состоянии (жив, без прогрессии или без симптоматического скелетного осложнения) (далее – момент времени).

$$S(t) = \exp(\alpha/\beta(1 - \exp(\beta t))), \quad (3)$$

где $S(t)$ – функция распределения вероятности Гомпертца;
 α – параметр масштаба (-4,5214);
 β – компонент формы (0,0047);
 t – момент времени.

$$S(t) = \exp(-\alpha t)^\delta, \quad (4)$$

где $S(t)$ – функция распределения вероятности Вейбулла;
 α – параметр масштаба (-5,7175);
 δ – параметр формы (0,2877);
 t – момент времени.

$$S(t) = 1/(1 + \exp(-\delta)t^\alpha), \quad (5)$$

где $S(t)$ – функция лог-логистического распределения вероятности;
 δ – параметр формы (3,9243);
 α – параметр масштаба (-0,5857);
 t – момент времени.

$$S(t) = 1 - \Phi((\ln(t) - \mu) / \sigma), \quad (6)$$

где $S(t)$ – функция логнормального распределения вероятности;

Φ – функция стандартного нормального распределения;

μ – математическое ожидание (3,9407);

σ – среднеквадратическое отклонение (0,9503);

t – момент времени.

Оценка параметров распределений, используемых для построения вероятностных моделей проводилась в программе STATA 11. Полученные критерии Колмогорова-Смирнова и информационные критерии Акаике отражены в таблице 3. По результатам проверки согласия эмпирических данных теоретическому распределению с помощью критерия Колмогорова-Смирнова отвергнута экспоненциальная модель. Выбор наилучшей вероятностной модели из оставшихся осуществлялся на основании информационного критерия Акаике. Наилучшая аппроксимация наблюдалась при применении лог-логистического распределения. Логнормальное и лог-логистическое распределения демонстрировали наибольшее соответствие эмпирическим кривым выживаемости, полученным в клиническом исследовании. Однако эти распределения нарушают предположения модели пропорциональных рисков, что ограничивает их применение. Таким образом, наилучшей моделью для аппроксимации эмпирических кривых выживаемости выбрана вероятностная модель на основе распределения Вейбулла.

Таблица 3 – Параметры для построения моделей

Распределение	Плацебо			Радия-223		
	критерий Акаике	D статистика	p-значение D статистики	критерий Акаике	D	p-значение D статистики
1	2	3	4	5	6	7
Для параметра общей выживаемости						
Экспоненциальное	309,3	0,139	0,049	551,8	0,135	0,410
Гомпертца	309,9	0,079	0,451	536,9	0,079	0,855
Лог-логистическое	294,7	0,066	0,671	526,7	0,065	0,913

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Логнормальное	292,2	0,063	0,720	527,0	0,053	0,987
Вейбулла	302,8	0,056	0,844	526,9	0,062	0,992
Для параметра выживаемости без прогрессирования						
Экспоненциальное	294,1	0,173	0,042	622,6	0,172	0,541
Гомпертца	269,9	0,118	0,383	610,4	0,149	0,749
Лог-логистическое	203,5	0,105	0,502	540,4	0,130	0,764
Логнормальное	200,7	0,092	0,653	528,4	0,121	0,876
Вейбулла	235,5	0,084	0,791	577,0	0,141	0,882
Для параметра выживаемости без симптоматического скелетного осложнения						
Экспоненциальное	294,1	0,220	0,182	622,6	0,286	0,008
Гомпертца	269,9	0,181	0,381	610,4	0,230	0,036
Лог-логистическое	203,5	0,162	0,506	540,4	0,190	0,111
Логнормальное	200,6	0,148	0,612	528,4	0,168	0,193
Вейбулла	235,4	0,160	0,638	577,0	0,179	0,256

Источник: составлено автором.

Следующим этапом разрабатываемого экономико-математического инструментария было создание экономико-статистической модели для оценки клинико-экономической эффективности технологии здравоохранения на базе разработанных имитационных моделей выживаемости.

В марковской модели состояния здоровья представляют собой основные этапы прогрессирования рассматриваемого заболевания у пациентов. Предполагается, что пациент может находиться только в одном из этих состояний здоровья в каждый момент времени. Модель Маркова представлена на рисунке 1.

Пациенты входят в модель в состоянии здоровья «выживаемость без прогрессирования без ССО». В конце каждого цикла пациенты остаются в том же состоянии здоровья или переходят в следующую стадию заболевания или смерть. Вероятность перехода в следующее состояние зависит только от того, в каком состоянии пациент находится в текущем цикле модели. Пациенты не могут вернуться к прежнему состоянию здоровья. Смерть представляет собой

поглощающее состояние. Вероятность нахождения в указанных состояниях рассчитывалось согласно формулам (7)-(11)

$$H_{\text{ВБП без ССО}}(t) = P_{\text{ОВ}}(t) \times P_{\text{ВБП}}(t) \times P_{\text{без ССО}}(t), \quad (7)$$

$$H_{\text{ВБП с ССО}}(t) = P_{\text{ОВ}}(t) \times P_{\text{ВБП}}(t) \times (1 - P_{\text{без ССО}}(t)), \quad (8)$$

$$H_{\text{Прогрессия без ССО}}(t) = P_{\text{ОВ}}(t) \times (1 - P_{\text{ВБП}}(t)) \times P_{\text{без ССО}}(t), \quad (9)$$

$$H_{\text{Прогрессия с ССО}}(t) = P_{\text{ОВ}}(t) \times (1 - P_{\text{ВБП}}(t)) \times (1 - P_{\text{без ССО}}(t)), \quad (10)$$

$$H_{\text{Смерть}}(t) = 1 - P_{\text{ОВ}}(t), \quad (11)$$

где $H_{\text{ВБП без ССО}}(t)$ – доля пациентов в состоянии выживаемости без прогрессирования без ССО в момент времени t ;

$P_{\text{ОВ}}(t)$ – вероятность общей выживаемости в момент времени t ;

$P_{\text{ВБП}}(t)$ – вероятность выживаемости без прогрессирования в момент времени t ;

$P_{\text{без ССО}}(t)$ – вероятность прогрессирования без события ССО в момент времени t .

$H_{\text{ВБП с ССО}}(t)$ – доля пациентов в состоянии выживаемости без прогрессирования с ССО в момент времени t ;

$H_{\text{Прогрессия без ССО}}(t)$ – доля пациентов в состоянии прогрессирования без ССО в момент времени t ;

$H_{\text{Прогрессия с ССО}}(t)$ – доля пациентов в состоянии прогрессирования с ССО в момент времени t ;

$H_{\text{Смерть}}(t)$ – доля пациентов в состоянии смерти в момент времени t .

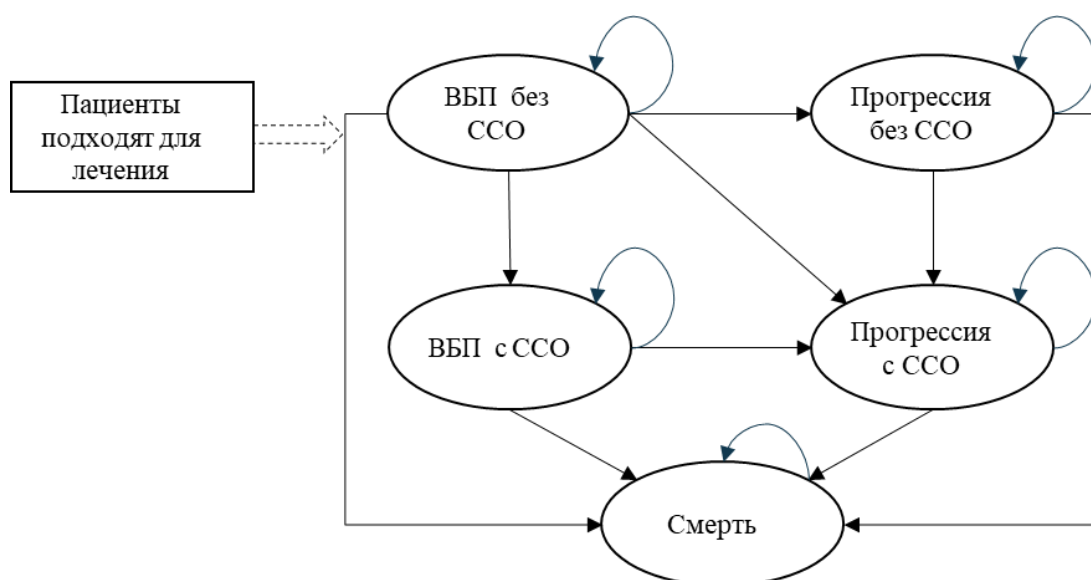
Результаты анализа выживаемости использованы для того, чтобы рассчитать доли пациентов для каждого состояния модели Маркова в любой момент времени, в соответствии с рисунком 1. Применена неоднородная марковская модель. Переходные вероятности для первых трех циклов отражены в

формулах (12)-(14)

$$P_{t=1} = \begin{pmatrix} P_{\text{ВБП без ССО}} & P_{\text{ВБП ССО}} & P_{\text{Пр без ССО}} & P_{\text{Пр ССО}} & P_{\text{Смерть}} \\ 0,989 & 0,001 & 0,009 & 0,000 & 0,001 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \end{pmatrix}, \quad (12)$$

$$P_{t=2} = \begin{pmatrix} P_{\text{ВБП без ССО}} & P_{\text{ВБП ССО}} & P_{\text{Пр без ССО}} & P_{\text{Пр ССО}} & P_{\text{Смерть}} \\ 0,969 & 0,001 & 0,017 & 0,000 & 0,002 \\ 0,000 & 0,998 & 0,002 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,990 & 0,006 & 0,004 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 1,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 1,000 \end{pmatrix}, \quad (13)$$

$$P_{t=3} = \begin{pmatrix} P_{\text{ВБП без ССО}} & P_{\text{ВБП ССО}} & P_{\text{Пр без ССО}} & P_{\text{Пр ССО}} & P_{\text{Смерть}} \\ 0,944 & 0,002 & 0,048 & 0,000 & 0,006 \\ 0,000 & 0,995 & 0,004 & 0,000 & 0,001 \\ 0,000 & 0,000 & 0,971 & 0,008 & 0,021 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 1,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 & 1,000 \end{pmatrix}. \quad (14)$$



ВБП без ССО – выживаемость без прогрессирования без события симптоматического скелетного осложнения (ССО); ВБП с ССО – выживаемость без прогрессирования с ССО; Прогрессия без ССО – прогрессия заболевания без ССО; Прогрессия с ССО – прогрессия заболевания с ССО.

Источник: составлено автором.
Рисунок 1 – Марковская модель исследования

Следующим этапом разрабатываемого экономико-математического инструментария является выработка предложений для оценки целесообразности государственного финансирования технологии здравоохранения на основе многокритериального анализа принятия решений. Метод многокритериального анализа принятия решений при оценке технологий здравоохранения в России может значительно упростить работу уполномоченных лиц, обеспечивая возможность учитывать сразу несколько переменных при принятии решений.

На основе процедуры экспертного оценивания разработана методика выбора социально-экономических и медицинских переменных и их весов для оценки экономической целесообразности включения технологии здравоохранения в систему лекарственного обеспечения. Данный инструментарий позволяет учесть степень влияния переменных на обоснованность принятия решений в вопросах государственного финансирования лекарственного обеспечения. Весовые коэффициенты переменных, используемые для оценки альтернатив, могут быть определены посредством метода индексной группировки по формулам (15)-(21)

$$\bar{A}_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n}, \quad (15)$$

$$d_{ij} = a_{ij} - \bar{A}_i, \quad (16)$$

если $d_{ij} > 0$, то $j \in P_i$; если $d_{ij} < 0$, то $j \in G_i$

$$S_i^+ = \sum_{j \in P} d_{ij} ; S_i^- = \sum_{j \in G} d_{ij}, \quad (17)$$

$$\text{если } S_i^+ \geq |S_i^-|, \text{ то } k_{i1} = \frac{S_i^+}{|S_i^-|}, k_{i2} = 1, \quad (18)$$

$$\text{если } S_i^+ < |S_i^-|, \text{ то } k_{i1} = 1, k_{i2} = \frac{|S_i^-|}{S_i^+}, \quad (19)$$

$$A_i = \frac{k_{i1} \sum_{j \in P_i} a_{ij} + k_{i2} \sum_{j \in G_i} a_{ij}}{k_{i1}p + k_{i2}g}, \quad (20)$$

$$w_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad (21)$$

где $\bar{A}_i$ – среднее значение групповой экспертной оценки i переменной;
 a_{ij} – оценка веса i переменной j экспертом;
 n – количество экспертов, принимающих участие в опросе;
 d_{ij} – отклонение оценки j эксперта по i переменной от установленной средней величины (групповой экспертной оценки);
 P_i – множество положительных отклонений по i переменной;
 G_i – множество отрицательных отклонений по i переменной;
 S^+ – сумма значений множества положительных отклонений по i переменной;
 S^- – сумма значений множества отрицательных отклонений по i переменной;
 $k_{i1}; k_{i2}$ – индексы по i переменной;
 A_i – обобщенная экспертная оценка по i переменной;
 p – количество элементов множества P_i ;
 g – количество элементов множества G_i ;
 w_i – вес i переменной.

Далее выбран превосходный подход, основанный на общей концепции доминирования. Отношение превосходства строилось с использованием индекса соответствия, рассчитываемого по формуле (22)

$$C(a, b) = \frac{\sum_{i \in Q(a, b)} w_i}{\sum_{i=1}^m w_i}, \quad (22)$$

где $C(a, b)$ – индекс соответствия для препарата a в сравнении с препаратом b ;
 $Q(a, b)$ – набор переменных, по которым препарат a не хуже лекарственного препарата b ;
 w_i – вес i переменной.

Индекс соответствия принимает значения в диапазоне от 0 до 1. Чем ближе его значение к 1, тем более убедительными являются доказательства в пользу того, что препарат A предпочтительнее препарата B . Для интерпретации результатов

индекса соответствия задано пороговое значение согласованности (C'), которое используется для определения преобладания одного препарата над другим. Интерпретация результатов парных сравнений приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Интерпретация результатов парного сравнения

$C(a, b) > C'$		Условие	
Не верно	Верно		
Нет преобладающего препарата Несравнимы	Препарат А преобладает над препаратом Б Препарат А строго предпочтительнее препарата Б	Не верно	$C(b, a) > C'$
Препарат Б преобладает над препаратом А Препарат Б строго предпочтительнее препарата А	Нет различия между препаратами	Верно	

Источник: составлено автором.

В третьей главе диссертации проведена практическая реализация модели оценки технологии здравоохранения на примере лекарственного препарата радия-223 по сравнению с препаратами абиратерон и энзалутамид. Используются имитационные модели для оценки вероятности нахождения пациента на этапах до прогрессирования и до смерти на каждом недельном временном диапазоне экономико-статистической модели в течение пяти лет для оценки клинко-экономической эффективности технологии здравоохранения.

Результаты расчета коэффициентов затраты-эффективность показали, что препарат радия-223 демонстрирует наилучшее соотношение «затраты-эффективность» по сравнению с абиратероном и энзалутамидом. Экономия бюджета обязательного медицинского страхования в случае использования препарата радия-223 в рамках Перечня составила 81 млн руб. (29%) в первый год после включения, 102 млн руб. (33%) – во второй год и 98 млн руб. (32%) – в третий год. Таким образом, результаты фармакоэкономического анализа свидетельствуют о том, что препарат радия-223 является более предпочтительной терапевтической альтернативой по сравнению с абиратероном и энзалутамидом и обладает потенциалом для снижения расходов государственного бюджета в случае его включения в Перечень.

Реализован экспертный опрос, направленный на выявление переменных, влияющих на принятие решений в области государственного обеспечения, и оценку их значимости. В результате определена обобщенная экспертная оценка и ее вес для каждой переменной, которые отражены в таблице 5.

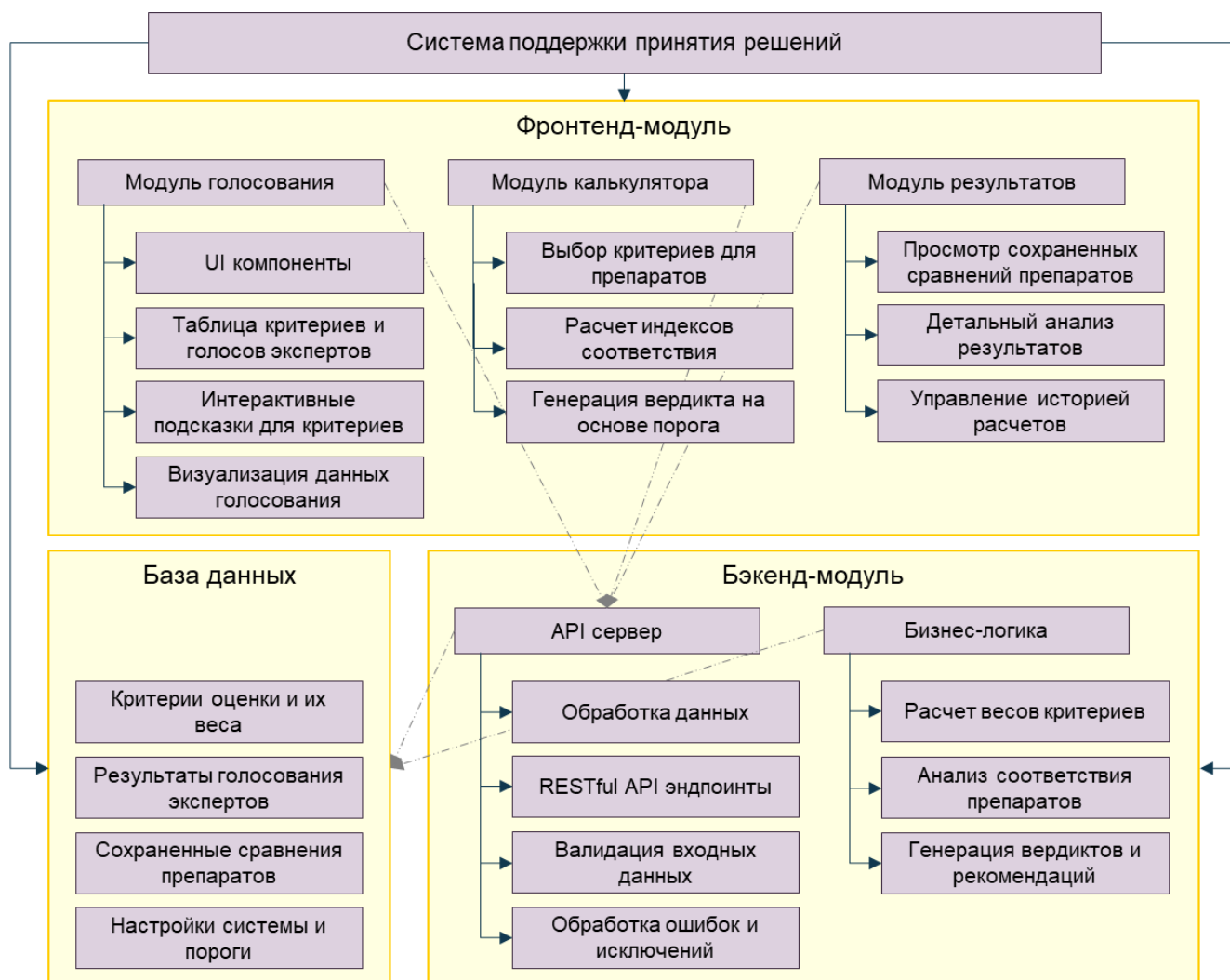
Таблица 5 – Определение обобщенной экспертной оценки и весов

В процентах

Показатель	Вес показателя
Эффективность лекарственного препарата по отношению к группе сравнения в клиническом исследовании	8,5
Безопасность лекарственного препарата: количество и степень тяжести нежелательных явлений	7,9
Качество клинического исследования, в котором изучался лекарственный препарат (по уровню убедительности и доказательности)	7,8
Добавленное качество жизни пациентов при применении лекарственного препарата	7,7
Клинико-экономическая эффективность препарата	7,7
Добавленная продолжительность жизни пациентов при применении лекарственного препарата	7,6
Влияние на бюджет при внедрении препарата в текущую практику: прямые медицинские затраты	6,5
Наличие в международных клинических рекомендациях	6,3
Снижение риска инвалидизации	6,3
Наличие (целесообразность включения) в клинических рекомендациях в Российской Федерации	5,6
Наличие опыта реальной клинической практики в других странах (вне клинических исследований)	4,2
Непрямые затраты (потеря ВВП в результате утраты трудоспособности, смерти и т.п.)	3,8
Возможность применения у детей	3,5
Стоимость курса лекарственной терапии (стандартно – за год, в случае наличия длительных «промежутков» в применении лекарственного препарата – за период равный в клиническом исследовании)	3,3
Новый механизм действия (при условии наличия преимуществ)	2,6
Наличие опыта реальной клинической практики в Российской Федерации (вне клинических исследований)	2,4
Способ введения лекарственного препарата	2,4
Кратность приема лекарственного препарата	2,2
Наличие в списках возмещения (реимберсмент) в других странах	2,0
Эффективность лекарственного препарата по отношению к группе сравнения в клиническом исследовании	1,8

Источник: составлено автором.

Далее разработана система поддержки принятия решений, включающая расчет индекса соответствия социально-экономической обоснованности предлагаемого к включению препарата по сравнению с препаратом сравнения. Основные функциональные модули представлены на рисунке 2.



Источник: составлено автором.

Рисунок 2 – Схема системы поддержки принятия решений при оценке целесообразности включения препарата в перечень для государственного возмещения

При попарном сравнении препаратов радия-223 и абиратерон индекс согласованности для радия-223 превысил установленное пороговое значение (C'), в то время как показатель для абиратерона составил значение ниже данного порога. Это позволило сделать вывод о том, что препарат радия-223 является более предпочтительной альтернативой и может быть рекомендован для включения в Перечень. В случае парного сравнения радия-223 и энзалутамида оба индекса согласованности превышали порог согласованности (C'), что свидетельствует об

отсутствии значимых различий между препаратами. При этом, учитывая, что индекс согласованности радия-223 выше порога, препарат может быть рекомендован к включению в Перечень.

С помощью разработанной системы поддержки принятия решений проведено сравнение результатов, принятых последней комиссией на момент проведения анализа (28.04.2025), с рекомендациями самой системы поддержки принятия решений, то есть спрогнозировано влияние системы поддержки принятия решений на рационализацию принятия решения о государственном финансировании лекарственного обеспечения. Согласно полученным результатам, наблюдается согласованность результатов в пяти из семи случаев (71%).

Определено, что в рамках метода многокритериального анализа принятия решений, основанного на четких и прозрачных переменных, является возможным принимать во внимание особенности препарата. Применение метода многокритериального анализа принятия решений и разработанной на его основе системы поддержки принятия решений позволит эффективно дополнить и усилить действующий совещательный процесс, устраняя неопределенность и повышая согласованность, прозрачность и объективность при оценке технологий здравоохранения. Важно подчеркнуть, что речь идет не о замене существующего механизма принятия решений, а о его разумном дополнении.

III Заключение

В ходе проведенного исследования разработан и реализован комплексный подход к оценке технологий здравоохранения для целей государственного финансирования лекарственного обеспечения. Особое внимание уделено обоснованию методологии принятия решений с использованием имитационного моделирования, экономико-статистических моделей и инструментов экспертной оценки.

Выделены и проанализированы ключевые переменные, оказывающие влияние на решения о включении лекарственных препаратов в Перечень жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств. Проведена эконометрическая оценка влияния этих переменных на принятие решений комиссией. Одновременно

осуществлен критический обзор существующих методов экспертного оценивания, выявлены их ограничения и необходимость усовершенствования шкал и процедуры оценки. Установлено, что все переменные, используемые в текущей системе оценки технологий здравоохранения, не оказывают влияния на решения комиссии о включении препаратов в Перечень и прогнозировать вероятность включения препарата в данный перечень невозможно.

Для выявления значимых переменных, учитываемых при принятии решений в области государственного финансирования, разработана методика, основанная на процедуре экспертного оценивания. На основе многокритериального анализа принятия решений предложена модель расчета индекса соответствия, основанная на методе парного сравнения медицинских технологий. Эта модель легла в основу разработанной системы поддержки принятия решений, предназначенной для комплексной сравнительной оценки лекарственных препаратов при решении вопроса об их включении в Перечень. Целью разработки данной системы является формализация и автоматизация процедуры оценки с опорой на объективные, научно обоснованные показатели, а также повышение прозрачности и воспроизводимости решений.

Проведена практическая реализация модели оценки технологий здравоохранения. На основе кривых Каплана-Мейера с использованием данных из открытых источников разработаны имитационные модели уровня выживаемости пациентов, позволяющие оценивать вероятность отсутствия прогрессирования заболевания пациента на недельных интервалах за последние пять лет. Эти результаты легли в основу экономико-статистической модели, которая применена для расчета клинико-экономической эффективности технологии здравоохранения и анализа влияния на бюджет. Модель учитывает количественные характеристики популяции, охваченной применением технологии, а также постепенное ее внедрение на протяжении расчетного периода. Оценен экономический эффект от внедрения технологии, выраженный в виде накопленной суммы экономии затрат за пятилетний период. Проведен анализ чувствительности, подтвердивший устойчивость полученных результатов и достоверность выводов.

На примере рассматриваемого в исследовании препарата, а также препаратов, рассмотренных на последней на момент проведения исследования комиссии, показано, что внедрение многокритериального анализа принятия

решения, основанного на формализованных и прозрачных переменных, позволяет учитывать специфические особенности препаратов и нозологий, тем самым обеспечивая более точную, обоснованную и согласованную оценку.

Внедрение методологии многокритериального анализа принятия решений и разработанной системы поддержки принятия решений позволит существенно рационализировать процесс принятия решений в системе государственного лекарственного обеспечения, минимизировать неопределенность и повысить согласованность действий регулирующих органов.

Таким образом, результаты исследования способствуют совершенствованию методологии принятия решений в здравоохранении, вносят вклад в развитие научных основ оценки технологий здравоохранения и имеют высокий потенциал практического применения в системе государственного регулирования лекарственного обеспечения населения.

IV Список работ, опубликованных по теме диссертации

*Публикации в рецензируемых научных изданиях,
определенных ВАК при Минобрнауки России:*

1. Скрипник, А.Р. Анализ методов, используемых при экономической оценке технологий здравоохранения в России / А.Р. Скрипник // Научно-практический, теоретический журнал «Экономика и управление: проблемы, решения». – 2020. – № 4. Том 1. – С. 119-125. – ISSN 2227-3891.

2. Куксёнок¹⁾, А.Р. Анализ недостатков в текущих методах оценки технологий здравоохранения в России и предложения к их устранению / А.Р. Куксёнок // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 6 (131). – С. 1231-1236. – ISSN 1999-2300.

3. Куксёнок, А.Р. Анализ факторов, влияющих на принятие решений в сфере здравоохранения / А.Р. Куксёнок // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2022. – № 2. – С. 53-59. – ISSN 2220- 2404.

¹⁾ Фамилия изменена на основании свидетельства о заключении брака.

4. Скрипник, А.Р. Применение экономико-математического инструментария для оценки технологий здравоохранения / А.Р. Скрипник // Экономика и предпринимательство – 2022. – № 7 (144). – С. 1110-1114. – ISSN 1999-2300.

Публикации в других научных изданиях:

5. Скрипник, А.Р. Анализ функционирующих в настоящее время методов оценки технологий здравоохранения / А.Р. Скрипник // Вектор экономики. – 2020. – № 3. – ISSN 2500-3666. – Текст : электронный. – DOI отсутствует. – URL: <http://www.vectoreconomy.ru/images/publications/2020/3/mathematicalmethods/Skripnik.pdf> (дата обращения: 28.08.2025).

6. Куксёнок, А.Р. A Multi-Criteria Decision Analysis in Health Technology Assessment for All Drugs in Russia = Многокритериальный анализ решений в области оценки технологий здравоохранения для всех лекарственных препаратов в России / А. Kuksenok // Value in Health. – 2022. – № 1. Том 25. – С. S169. – ISSN 1524-4733. – Текст : электронный. – DOI: 10.1016/j.jval.2021.11.822. – URL: [https://www.valueinhealthjournal.com/article/S1098-3015\(21\)02617-6/fulltext](https://www.valueinhealthjournal.com/article/S1098-3015(21)02617-6/fulltext) (дата обращения: 28.08.2025).