

Имитационное моделирование показателей научной деятельности вузов

О.А. Зятева

Петрозаводский государственный университет

Аннотация: На основе разработанных оригинальных алгоритмов приведены результаты имитационного моделирования основных наукометрических показателей вуза и определения его места в рейтинге научной деятельности. Анализируется влияние входных управляющих параметров системы на выходные интегральные показатели функционирования вуза, что позволяет предложить проекты управленческих решений для достижения плановых значений показателей научной деятельности.

Ключевые слова: имитационное моделирование, показатели эффективности, вузы, научная деятельность, публикационная активность, Web of Science, Scopus, РИНЦ.

В настоящее время информация стала одним из важных управленческих ресурсов. Публикуемые в открытом доступе мониторинги и рейтинги позволяют проводить оценку в различных разрезах всех видов деятельности организаций, особенно относящихся к бюджетной сфере. Высокая оценка дает возможность получить дополнительные меры поддержки от государства, что является необходимым для эффективного функционирования и развития организаций. Поэтому актуальным для организаций является не только выполнение установленных учредителем показателей, но и попадание в ТОП авторитетных рейтингов как общих, так и по конкретному виду деятельности.

Важнейшей составляющей работы вуза в целом, отдельных его подразделений, сотрудников является научная деятельность. На ее основе происходит оценка вуза внешней средой (учредитель, рейтинговые агентства, население и т.д.), а также рейтинг делает его более привлекательным в глазах абитуриентов. Задача определения как текущего, так и перспективного места вуза в рейтинге и поиска проекта управленческих решений по увеличению численных значений показателей, которые влияют на него, остается актуальной и на сегодняшний день.

Научное сообщество уделяет большое внимание проблемам, с которыми сталкиваются современные вузы [1], и вопросам управления различными показателями их деятельности. Методика управления показателями приёмной кампании университета представлена в работе [2], повышение показателей эффективности вуза посредством регулирования пороговых значений ЕГЭ в [3]. Математические модели и методы моделирования и прогнозирования показателей эффективности образовательной деятельности вуза представлены в [4, 5]. Вопросы моделирования показателей научной деятельности вуза, используемые в процессе создания информационно-аналитической системы рассмотрены в [6], подходы к оценке эффективности и способы стимулирования публикационной активности в [7]. Опыт разработки и реализация программы стратегического развития вуза, как инструмента организации деятельности, направленной на достижение основных показателей эффективности деятельности вуза Минобрнауки, а также улучшению позиций в ведущих российских и международных рейтингах обобщен в [8]. Обзор исследований по сформулированной проблеме показал, что вопросы управления эффективностью деятельности вуза не теряют своей актуальности. Поэтому целью данного исследования является построение прогнозов показателей научной деятельности вузов и рейтингов на их основе методами имитационного моделирования.

Объектом исследования являются вузы России, предметом – показатели деятельности, в данном случае – научные.

При моделировании и прогнозировании значений показателей необходимо учесть изменения внешней среды – это вузы, входящие в интересующий диапазон мест. Одним из сложных вопросов теории прогнозирования является предсказание поведения несуществующего объекта в несуществующей внешней среде. Возникает задача построения

модели изменения внешней среды и частной модели поведения вуза, погруженного во внешнюю среду. Модель внешней среды строится на основе ретроспективных данных.

При моделировании функционирования объекта – научной деятельности вуза, элементами вектора управляющих параметров μ были выбраны количество баллов за публикацию (n_b), стоимость 1 балла (c_b), нагрузка (T_l) на 1 ставку ППС группы l ($l=1..6$), материально-техническая база вуза (L), внутренние гранты организации (VG_l), выделенные группе l , премирование за достигнутые результаты (E_l) группы l :

$$\mu = (n_b, c_b, T_l, L, VG_l, E_l) \in \Omega_\mu \quad (1)$$

где Ω_μ - область допустимых значений μ .

Возьмем за основу известный в России рейтинг вузов, одной из составляющих которого является частный рейтинг научной деятельности. В качестве примера рассмотрим Петрозаводский государственный университет (далее – ПетрГУ), который последние несколько лет входил во вторую сотню, и хотел бы улучшить свои позиции и войти в ТОП–50.

Итоговое место вуза в частном рейтинге зависит от количества баллов, которое он набирает. Баллы, в свою очередь, зависят от значений 9 показателей, которые входят в формулу расчета баллов с разными весовыми коэффициентами. Наибольший вклад (25%) вносят наукометрические показатели – среднее число публикаций на 1 научно-педагогического работника в Web of Science (далее – WoS) и Scopus (далее – Sc) (15%), а также в РИНЦ (10%).

Основываясь на методике расчета наукометрических показателей частного рейтинга, из открытых официальных источников была получена информация о количестве публикаций вузов, входящих в ТОП–50 рейтинга, в базах данных WoS, Scopus, РИНЦ и числу научно-педагогических работников (далее – НПП) за период с 2013 по 2020 гг. включительно. А

также официальные результаты рейтинга по интересующим вузам за период 2017–2021 гг. На основе данных рейтинга по прошлым периодам, были рассчитаны темпы роста среднего числа публикаций вузов ТОП–50. Для анализа и последующего моделирования были выбраны произвольным образом 16 вузов, которые входили в разные десятки, а также те, которые располагаются на местах с 40–50 и ПетрГУ.

На основе исходных данных по среднему числу публикаций и темпам роста была построена стохастическая модель прогнозирования среднего числа публикаций вуза в W/S до 2030 г.:

$$\left\{ \begin{array}{l} \left(W_{W/S}^{t+1}(\mu) \right)_j^i = \left(W_{W/S}^t(\mu) \right)_j^i \cdot \left(k_{W/S} \right)_j^i \cdot \left(g_{W/S} \right)_j^i, \quad \left(k_{W/S} \right)_j^i \in [\min (TA_{W/S})_j, \max (TA_{W/S})_j], \\ \left(W_{W/S}^t(\mu) \right)_j = \frac{\sum_{k=1}^5 \left(N_{W/S} \right)_j^{t-k}}{\frac{1}{5} \cdot \sum_{k=1}^5 S_j^{t-k}}, \quad i = 1..N, j = 1..V \end{array} \right. \quad (2)$$

где $\left(W_{W/S}^t(\mu) \right)_j^i$ – среднее число публикаций в следующий период времени для j -го вуза, $\left(k_{W/S} \right)_j^i$ – ретроспективный коэффициент роста, который является случайной величиной, распределенной по равномерному закону, и принимает значение, исходя из промежутка между минимальным и максимальным значением темпа роста, который был у данного вуза за рассчитанные периоды, $\left(g_{W/S} \right)_j^i$ – перспективный коэффициент роста вузов внешней среды, задается при моделировании, V – число вузов, N – число итераций, которое будет использоваться в имитационном моделировании, $N_{W/S}$ – число публикаций в W/S, S – число НПР.

В результате анализа исходных данных было установлено, что все выбранные вузы значительно отличаются по среднему числу публикаций, поэтому для сравнительного анализа и построения будущих сценариев развития показателей научной деятельности ПетрГУ (далее – сценарии) были

выбраны те, что находятся ближе к значениям ПетрГУ (id_17). Таких вузов оказалось 7.

Было проведено моделирование показателя среднего числа публикаций ($W_{W/S}$). На графике представлены результаты изменения среднего числа публикаций $W_{W/S}$ в вузах при сохранении их динамики на перспективе ($g_{W/S}=1$), а также предложенные сценарии по увеличению публикационной активности ПетрГУ на 35%, 40% и 45%, соответственно, $\delta W_{W/S}=35\%$, $\delta W_{W/S}=40\%$ и $\delta W_{W/S}=45\%$ (рисунок 1).

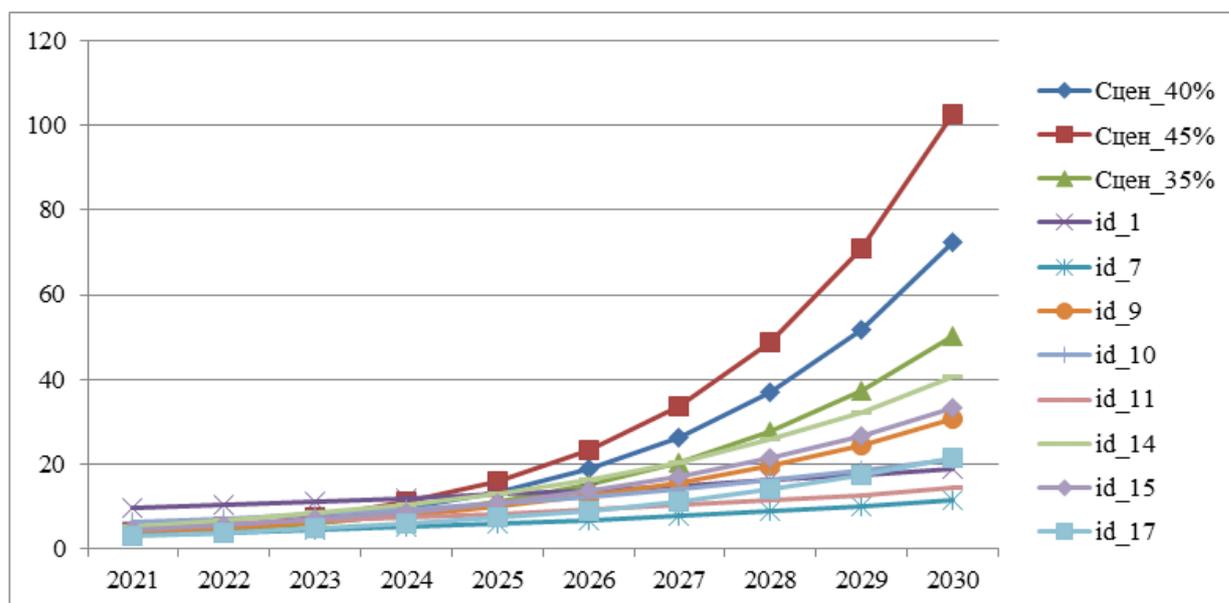


Рис. 1. – Число статей на 1 НПП среди вузов, наиболее близких по значению.

Применительно к выработке управленческих решений видно, что при развитии ситуации с сохранением динамики ПетрГУ сможет достичь показатели вуза-соперника только к 2025 году, а к концу рассматриваемого периода опередить только 3 вуза. Это не соответствует поставленным целям. Сценарии « $\delta W_{W/S}=35\%$ », « $\delta W_{W/S}=40\%$ » и « $\delta W_{W/S}=45\%$ » дают более быстрый результат (рисунок 2). Так, при реализации сценария « $\delta W_{W/S}=35\%$ » к 2024 году уже 3 вуза будут иметь показатели меньше ПетрГУ, а к 2027 году

– все семь. Сценарии « $\delta W_{W/S}=40\%$ » и « $\delta W_{W/S}=45\%$ » дают более быстрый результат, максимальный - к 2024 году, но их на практике реализовать сложнее.



Рис. 2. – Распределение числа вузов, показатели W/S которых будут ниже показателей ПетрГУ.

В результате анализа предложенных сценариев получается, что оптимальное значение ежегодного темпа прироста публикационной активности в W/S – 35% (рисунок 3).

Аналогичное стохастическое моделирование было проведено и по показателям среднего числа публикаций в РИНЦ:

$$\left\{ \begin{aligned} (W_{\text{РИНЦ}}^{t+1}(\mu))_j^i &= (W_{\text{РИНЦ}}^t(\mu))_j^i \cdot (k_{\text{РИНЦ}})_j^i \cdot (g_{\text{РИНЦ}})_j^i, & (k_{\text{РИНЦ}})_j^i &\in [\min(TA_{\text{РИНЦ}})_j, \max(TA_{\text{РИНЦ}})_j], \\ (W_{\text{РИНЦ}}^t(\mu))_j &= \frac{\sum_{k=1}^5 (N_{\text{РИНЦ}})_j^{t-k}}{\frac{1}{5} \cdot \sum_{k=1}^5 S_j^{t-k}}, & i &= 1..N, j = 1..V \end{aligned} \right. \quad (3)$$

В среднем, увеличение среднего числа публикаций $W_{\text{РИНЦ}}$ в ПетрГУ составляет 14%. Поэтому были предложены сценарии увеличения на 20%, 25%, 30%, 35% и 40%, соответственно, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=20\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=25\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=30\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=35\%$ и $\delta W_{\text{РИНЦ}}=40\%$. Из полученных данных видно, что увеличение хотя бы на 20% приведет к опережению 3 вузов в первый же год. Оптимальными являются сценарии « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=30\%$ » и « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=35\%$ »,

они к 2024 году приведут к желаемому результату, что иллюстрирует график (рисунок 4).

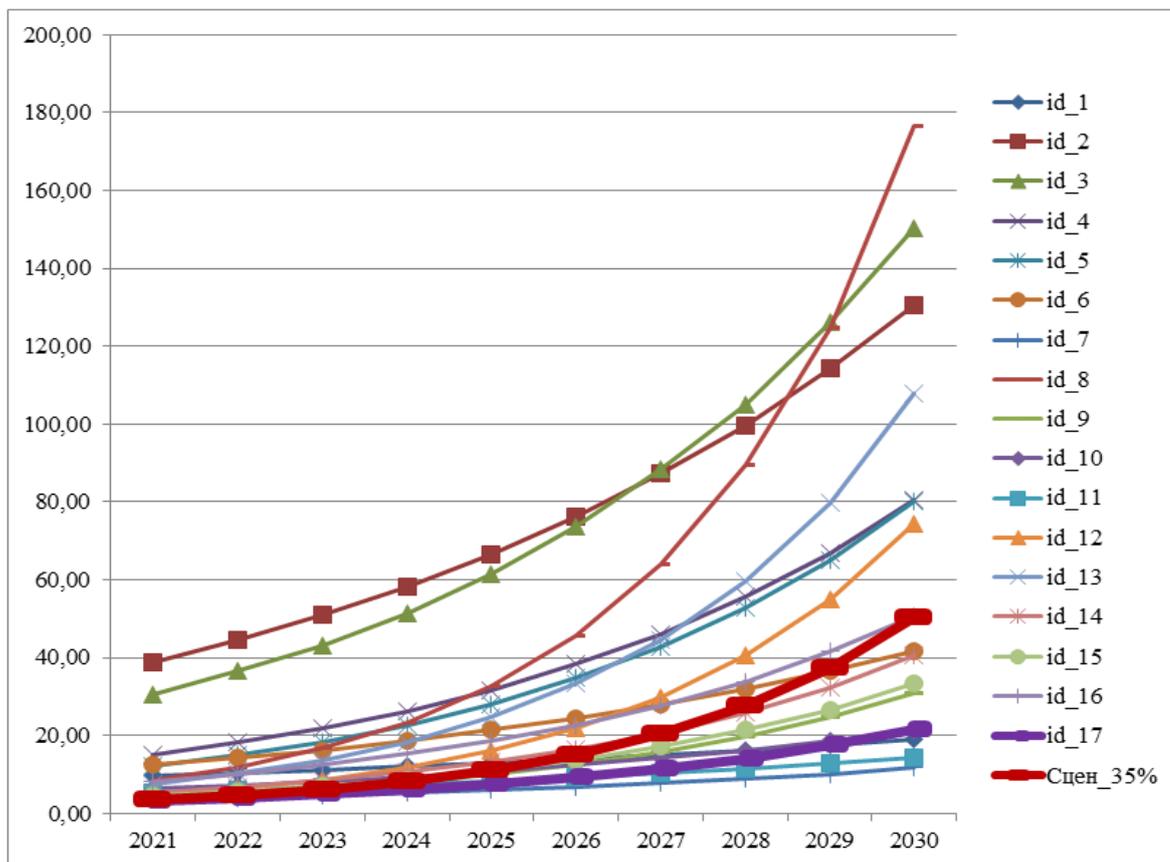


Рис. 3. – Число статей W/S на 1 НПП в общем числе вузов.

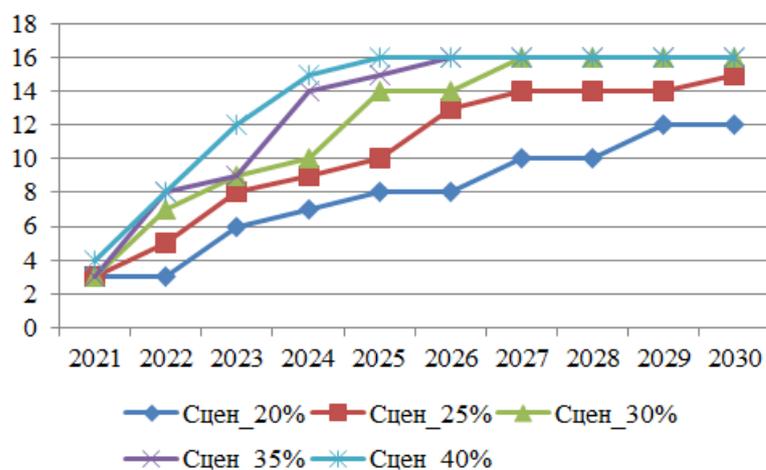


Рис. 4. – Распределение числа вузов, показатели РИНЦ которых будут ниже показателей ПетрГУ.

На рисунке 5 представлены результаты по изменению среднего числа публикаций РИНЦ ($W_{\text{РИНЦ}}$) в вузах при сохранении динамики на перспективе, а также предложенные сценарии по увеличению публикационной активности ПетрГУ « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=30\%$ » и « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=35\%$ ». Основываясь на них, можно сделать предварительный вывод о том, что оптимальными сценариями развития по увеличению среднего числа публикаций $W_{W/S}$ и $W_{\text{РИНЦ}}$ для ПетрГУ являются комбинации сценариев « $\delta W_{W/S}=35\%$ » и « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=25\%$ », « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=30\%$ » соответственно.

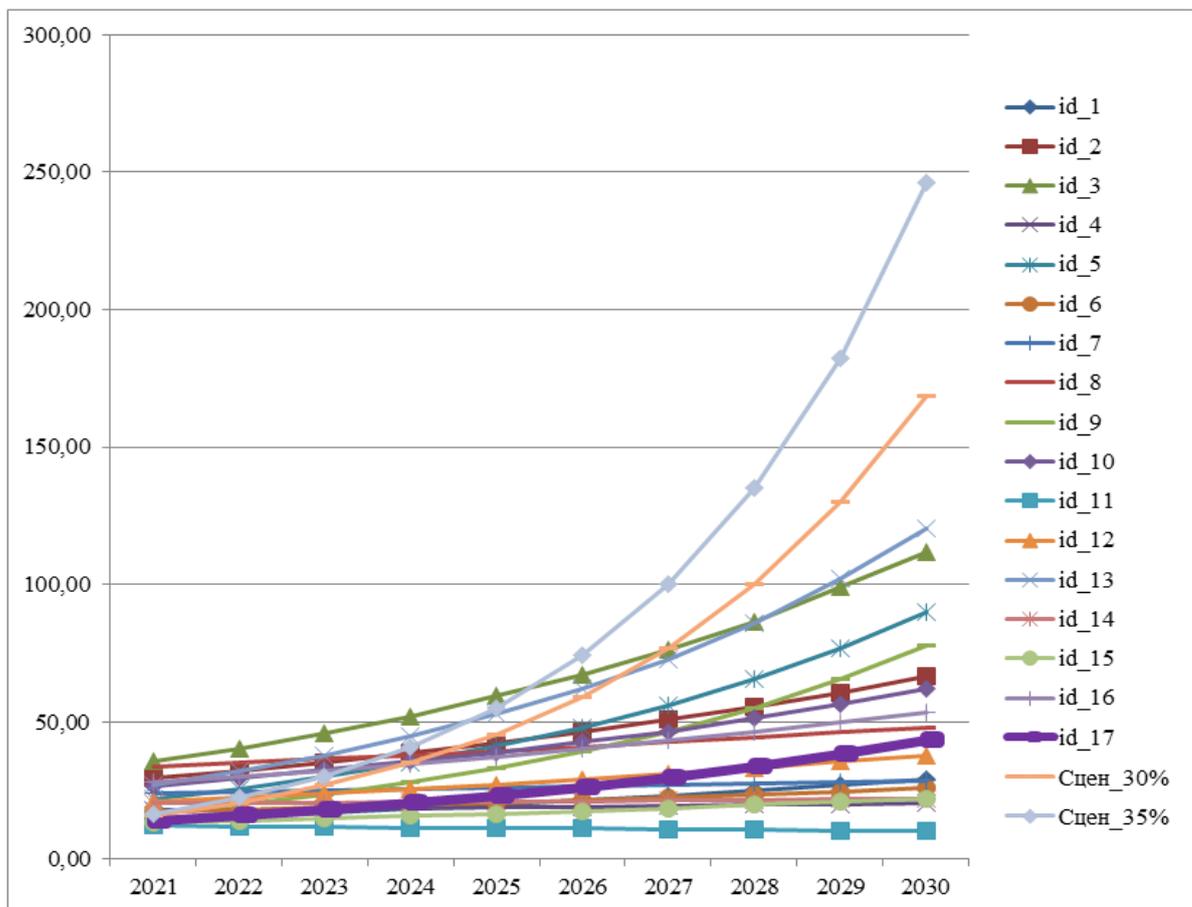


Рис. 5. – Число статей РИНЦ на 1 НПП в общем числе вузов.

Таким образом, были получены сценарии перспективного развития вузов внешней среды. Для моделирования показателей объекта управления

(ПетрГУ), с целью повышения точности прогнозирования, используем разработанную ранее модель [9] однородного Марковского процесса с дискретным временем зависимости значения показателя от внутренних возможностей организации. Число сотрудников, у которых будут достигнуты соответствующие показатели в следующий момент времени $S_{t+1}(\mu)$ зависит от текущего значения $S_t(\mu)$, вероятности перехода из одной группы в другую, представленных в виде матрицы переходных вероятностей $P(\mu)$, а также вновь принятых в данную организацию U_t^{in} и покинувших ее U_t^{out} по различным причинам. Значение показателя в следующий момент времени рассчитывается как произведение численности ППС группы на среднее значение показателя в ней $\omega(\mu)$:

$$\begin{cases} S_{t+1}(\mu) = P(\mu) \times S_t(\mu) + U_t^{in} - U_t^{out}, & P(\mu) \in R^{n \times n}, S(\mu) \in R^{n \times 1} \\ A_{t+1}(\mu) = \omega(\mu) \cdot S_{t+1}(\mu), & \omega(\mu) \in R^{1 \times n} \end{cases} \quad (4)$$

Марковская модель движения сотрудников по группам создана для прогнозирования более точного числа публикаций, по сравнению с экстраполяционным методом, который применен для моделирования внешней среды.

Результаты моделирования сравнивались на контрольной части ретроспективных данных. Средняя относительная ошибка в случае прогнозирования с использованием модели оказалась равной 5,3%, а при экстраполяционном методе – 9,7%. Таким образом, модель (4) дает более точный результат. Кроме этого, она включает в себя зависимость от вектора управляющих параметров μ .

Попытка решить вопрос прогнозирования числа публикаций с использованием нейронных сетей дал неутешительный результат. Лучший из них показал перцептрон. Из-за малого числа данных, ошибка варьировалась в пределах 40–70%, в зависимости от инициализации весов.

Далее переходим к прогнозированию мест вузов в частном рейтинге. Определим ретроспективный $[t_s, \dots, t_0 - 1]$ и перспективный $[t_0, \dots, t_f]$ периоды расчета. Переменные $t_s, t_0 - 1$ обозначают начало и конец ретроспективного периода, t_0, t_f – начало и конец перспективного периода. Проведенный анализ зависимости места и баллов, полученных в рейтинге на ретроспективных данных за период с 2017 по 2020 гг., показали, что корреляция между этими показателями высокая и составляет 0,97% (рисунок 6).

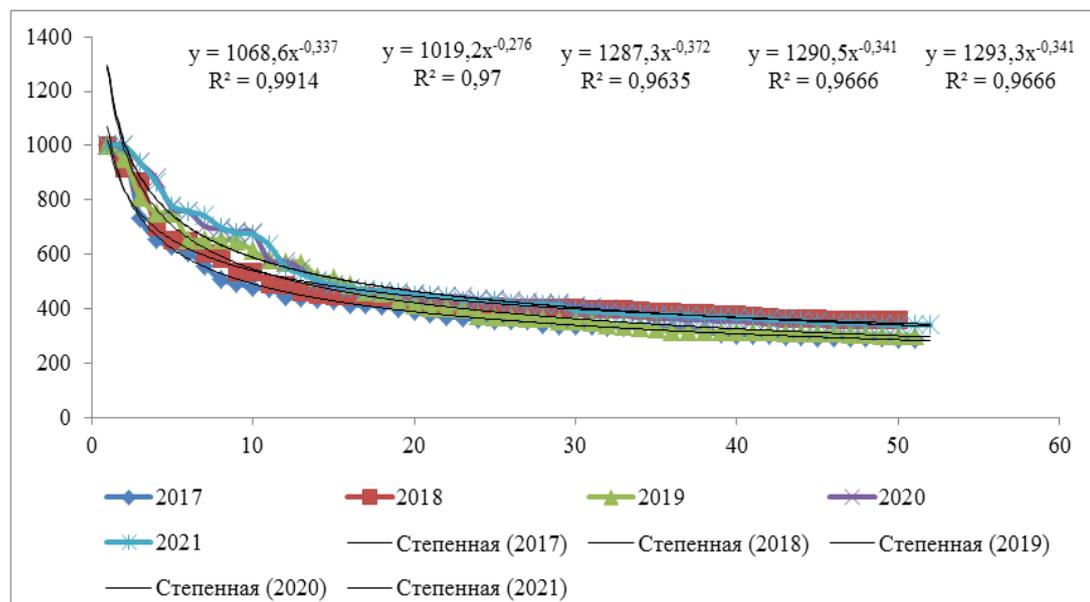


Рис. 6. – Зависимость баллов и мест в рейтинге за 2017-2020.

Зависимость между баллами ($B(\mu)$) и местом в рейтинге ($R_{\text{НИР}}(\mu)$) описывается выражением:

$$R_{\text{НИР}}(\mu) = \left(\frac{B(\mu)}{a}\right)^{-b}, \quad a, b \in R \quad (5)$$

где $B(\mu)$ – функция, зависящая от среднего числа публикаций $W_{W/S}(\mu)$, $W_{\text{РИНЦ}}(\mu)$, и иных показателей ($D(\mu)$), которые участвуют в построении рейтинга:

$$B(\mu) = f\left(W_{W/S}(\mu), W_{\text{РИНЦ}}(\mu), D(\mu)\right) \quad (6)$$

Темпы роста баллов $\delta B(\mu)$ за исследуемый период и их средние значения у вузов, находящихся в ТОП–20, очень разбросаны, а вот у «хвоста» оно меняется в пределах от 4% до 6%.

При построении алгоритма вычисления интегрального рейтинга по научной деятельности исходными данными являются $R_{\text{НИР}_t}, t \in [t_s, \dots, t_0 - 1]$, V – количество вузов, которые рассматриваются при моделировании, $[t_s, \dots, t_0 - 1]$ – период, за который имеются реальные данные, $T_s = t_0 - t_s$ – длина периода ретроспективы, A – матрицы исходных данных по числу публикаций W/S и РИНЦ, взятых из официальных источников (международные базы данных, мониторинг эффективности деятельности вузов). На рисунке 7 представлена блок–схема Алгоритма 1 построения итогового рейтинга по научной деятельности.

Результатом работы алгоритма являются рассчитанные значения рейтинга $R_{\text{НИР}}(\mu)$.

Учитывая, что основной задачей является определение траекторий развития вуза с целью попадания в определенный диапазон мест к заданному году, был предложен метод поиска оптимального сценария развития. Пусть $v_m(\mu)$ – вектор модельных значений показателей функционирования:

$$v_m(\mu) = (W_{W/S}(\mu, g), W_{\text{РИНЦ}}(\mu, g), B(\mu, g), S(\mu), R(\mu, g), C(\mu)) \quad (7)$$

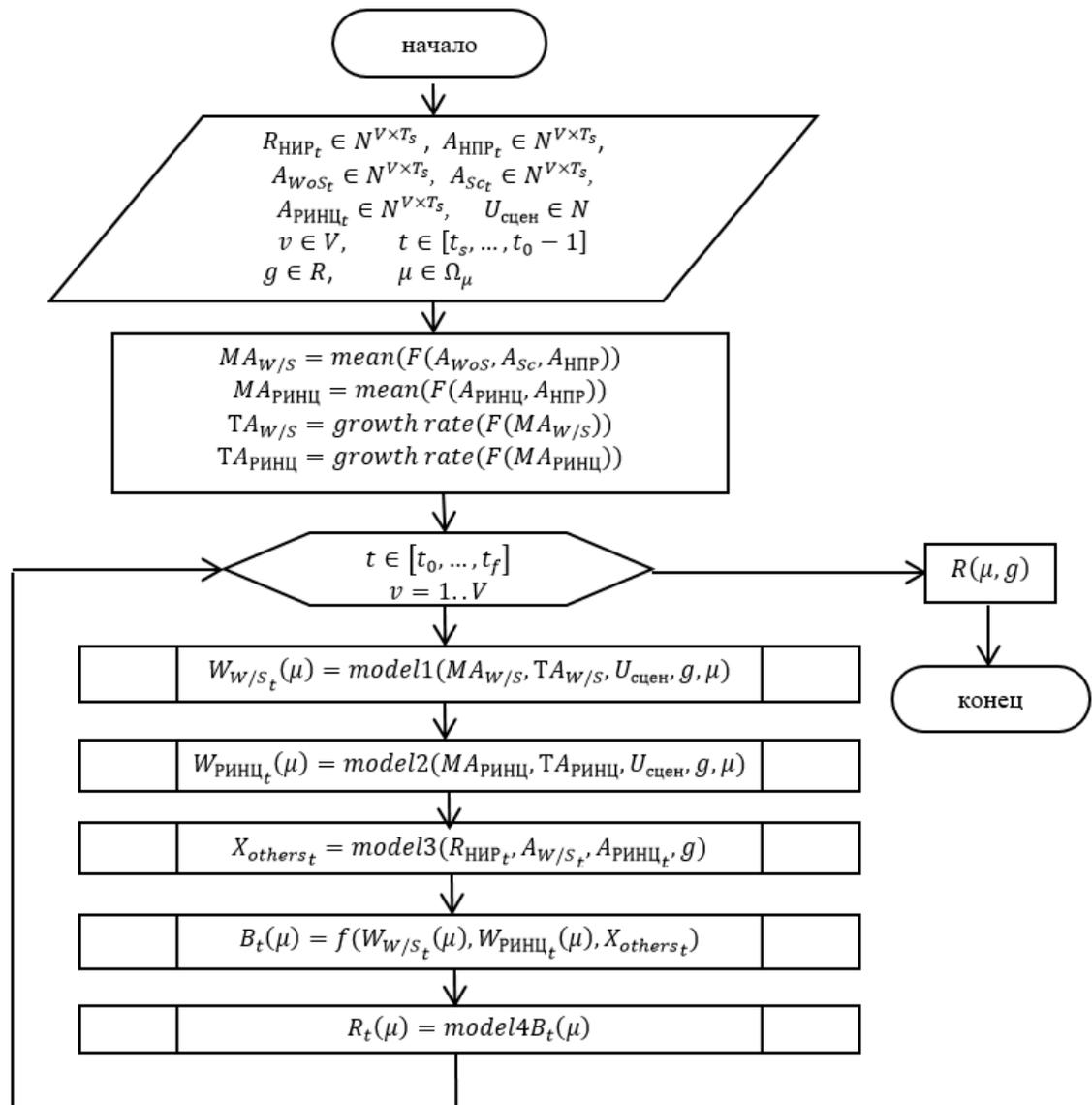


Рис. 7. – Блок–схема Алгоритма 1 построения итогового рейтинга по научной деятельности вузов.

Целевая функция задачи оптимизации $F(v_d, v_m(\mu))$ задается в виде суммы взвешенных квадратов разностей модельных значений $v_m(\mu)$ и соответствующих им желаемых администрацией вуза значений v_d показателей:

$$F(v_d, v_m(\mu)) = \sum_{k=1}^6 w_k \left[(v_m(\mu))_k - (v_d)_k \right]^2, 0 < w_k \in R < 1, \sum_k w_k = 1 \quad (8)$$

На рисунке 8 представлен Алгоритм 2 реализации предложенного метода, условием выбора оптимального решения является $C(\mu) \rightarrow \min$.

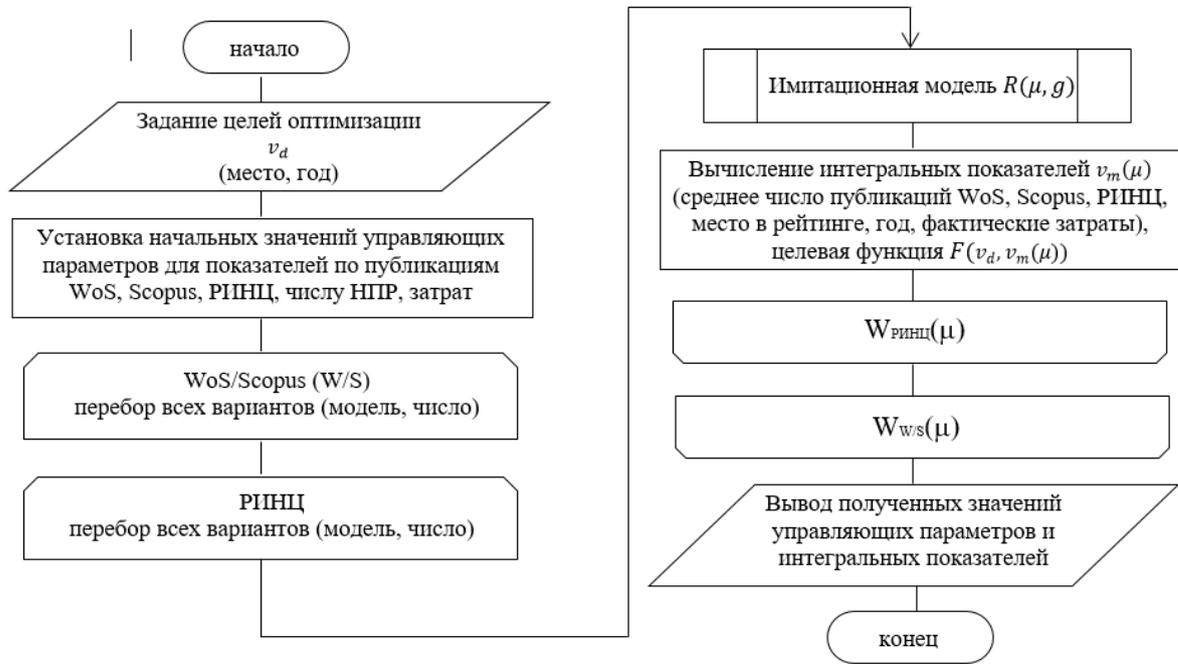


Рис. 8. – Блок–схема Алгоритма 2 численного метода поиска оптимального сценария развития.

Предложенный численный метод позволяет рассчитать различные сценарии развития на перспективный период $t \in [t_0, \dots, t_f]$. Исходными данными являются процент повышения публикационной активности по W/S ($\delta W_{W/S}(\mu)$) и РИНЦ ($\delta W_{\text{РИНЦ}}(\mu)$), а также планируемые затраты ($C(\mu)$). Выходные значения – среднее число НПП ($S(\mu)$), число публикаций в W/S ($W_{W/S}(\mu)$) и РИНЦ ($W_{\text{РИНЦ}}(\mu)$) к заданному периоду нарастающим итогом, место в рейтинге ($R(\mu)$), а также необходимые затраты ($C(\mu)$). При этом средний темп роста итоговых баллов сохранится в пределах от 4% до 6%.

Модели (1) – (8), Алгоритм 1 и Алгоритм 2 являются компонентами системы имитационного моделирования, с помощью которой был проведен

численный эксперимент. Необходимо определить оптимальный сценарий, чтобы к 2025 году войти 40–50 лучших, т.е. $v_d = (0, 0, 0, 41 - 50, 0)$ с весовыми коэффициентами $w = (0, 0, 0, 0,5, 0,5)$.

Средние значения темпов роста показателей на ретроспективном периоде по среднему числу статей $W_{W/S}$ и $W_{\text{РИНЦ}}$ в ПетрГУ составили 23% и 14% соответственно. С помощью предложенной модели были рассчитаны все возможные варианты изменения входных параметров с шагом 1 п.п. от исходных средних значений темпов роста. Предполагается, что вузы внешней среды увеличивают свои показатели при сохранении их динамики на перспективе ($g_{W/S} = g_{\text{РИНЦ}} = 1$). В таблице 1 представлены результаты реализации предложенной модели для наиболее показательных сценариев. В качестве входящих параметров были выбраны сценарии $\delta W_{W/S}=25\%$, $\delta W_{W/S}=30\%$ и $\delta W_{W/S}=35\%$, а $\delta W_{\text{РИНЦ}}=20\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=25\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=30\%$, $\delta W_{\text{РИНЦ}}=35\%$ и $\delta W_{\text{РИНЦ}}=40\%$.

Желаемый результат к 2025 году можно достигнуть при реализации сценария « $\delta W_{W/S}=25\%$ » и « $\delta W_{\text{РИНЦ}}=25\%$ », он же и наименее затратный. Другие сценарии также дают желаемый результат, но они значительно дороже и более трудозатратны в плане нагрузки на НПП. Стоит отметить, что при изменении сценария $\delta W_{W/S}$ на 1 п.п. в большую сторону, итоговый результат мало меняется с позиции мест, а затраты возрастают на 6,8 млн. руб. (2,8%). При изменении сценария $\delta W_{\text{РИНЦ}}$ на 1 п.п. в большую сторону, итоговый результат так же мало меняется с позиции мест, а затраты возрастают на 2,8 млн. руб. (1,2%). При одновременном увеличении сценариев на 1 п.п., результат к 2025 году мало меняется с позиции мест, как и в предыдущих случаях, затраты возрастут на 9,7 млн. руб. (4%). Учитывая, что цель к 2025 году может быть достигнута при реализации любого из предложенных сценариев, рекомендуется к выбору сценарий 25/25.

Таблица 1.

| | Сценарий W/S, % | Сценарий РИНЦ, % | НПР (среднее) | Число статей W/S | Число статей РИНЦ | Год | Место | Затраты |
|------------|-----------------------|------------------------|---------------|------------------|------------------------|-------------|----------------|-----------------------|
| | $\delta W_{W/S}(\mu)$ | $W_{\text{РИНЦ}}(\mu)$ | $S(\mu)$ | $N_{W/S}(\mu)$ | $N_{\text{РИНЦ}}(\mu)$ | t | $R(\mu)$ | $C(\mu)$ |
| $v_m(\mu)$ | 23 | 14 | 635,40 | 4638 | 14646 | 2025 | >50 | 206 282 610,00 |
| | 25 | 20 | 635,40 | 4849 | 19357 | 2025 | >50 | 227 790 658,93 |
| | 25 | 25 | 635,40 | 4849 | 23740 | 2025 | 41-50 | 240 939 880,42 |
| | 26 | 25 | 635,40 | 5045 | 23740 | 2025 | 41-50 | 247 786 722,41 |
| | 25 | 26 | 635,40 | 4849 | 24705 | 2025 | 41-50 | 243 834 641,65 |
| | 26 | 26 | 635,40 | 5045 | 24705 | 2025 | 41-50 | 250 681 483,63 |
| | 25 | 30 | 635,40 | 4849 | 28883 | 2025 | 41-50 | 256 369 976,43 |
| | 25 | 35 | 635,40 | 4849 | 34882 | 2025 | 31-40 | 274 365 591,34 |
| | 25 | 40 | 635,40 | 4849 | 41838 | 2025 | 31-40 | 295 234 123,57 |
| | 30 | 20 | 635,40 | 5900 | 19357 | 2025 | >50 | 264 560 887,32 |
| | 30 | 25 | 635,40 | 5900 | 23740 | 2025 | 41-50 | 277 710 108,82 |
| | 30 | 30 | 635,40 | 5900 | 28883 | 2025 | 41-50 | 293 140 204,82 |
| | 30 | 35 | 635,40 | 5900 | 34882 | 2025 | 31-40 | 311 135 819,73 |
| | 30 | 40 | 635,40 | 5900 | 41838 | 2025 | 31-40 | 332 004 351,97 |
| | 35 | 20 | 635,40 | 7125 | 19357 | 2025 | 41-50 | 307 444 798,72 |
| | 35 | 25 | 635,40 | 7125 | 23740 | 2025 | 41-50 | 320 594 020,22 |
| | 35 | 30 | 635,40 | 7125 | 28883 | 2025 | 31-40 | 336 024 116,22 |
| | 35 | 35 | 635,40 | 7125 | 34882 | 2025 | 31-40 | 354 019 731,13 |
| 35 | 40 | 635,40 | 7125 | 41838 | 2025 | 31-40 | 374 888 263,37 | |
| v_d | v_d^1 | v_d^2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41-50 | 0 |
| w | $v_m(\mu)^1$ | $v_m(\mu)^2$ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 |

Разработанная система имитационного моделирования, компонентами которой также являются алгоритмы идентификации параметров модели построения рейтингов [10, 11], позволяет получать различные варианты субоптимальных сценариев динамического развития показателей научной деятельности вузов и мест в рейтинге. Это может быть использовано администрацией вузов для принятия научно-обоснованных управленческих решений.

Стоит отметить, что данный подход к моделированию и прогнозированию показателей деятельности вуза и мест в рейтинге является универсальным. Аналогичные рассуждения могут быть применены как к

другим показателям и другим частным рейтингам вуза, так и для других бюджетных организаций различных видов экономической деятельности.

Литература

1. Котенко Ю.С., Названова И.А., Подопригора М.Г. Проблемы современного вуза и маркетинговые методы их выявления и оценки // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1631.
2. Гаранин М.А. Управление показателями университета на рынке образовательных услуг // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 9. С. 1699–1712.
3. Пыхтин А.И., Овчинкин О.В., Зарубина Н.К. Повышение показателей эффективности вуза посредством регулирования пороговых значений ЕГЭ // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2018. Т. 8. № 2 (27). С. 113–119.
4. Яндыбаева Н.В., Кушников Н.В. Математические модели, алгоритмы и комплексы программ для мониторинга эффективности образовательной деятельности вуза // Проблемы управления. 2015. № 1. С. 53–62.
5. Яндыбаева Н.В. Моделирование и прогнозирование показателей эффективности образовательной деятельности высшего учебного заведения // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 1. С. 120–136.
6. Малецкий Р.В., Пикулин В.В. Моделирование показателей научной деятельности при создании информационно-аналитической системы вуза // Программные продукты и системы. 2012. №1. С. 104-107.
7. Николенко В.Н., Вялков А.И., Мартыничик С.А., Глухова Е.А. Подходы к оценке эффективности и способы стимулирования публикационной

- активности в крупном медицинском вузе // Высшее образование в России. 2014. № 10. С. 18–25.
8. Овчинкин О.В., Пыхтин А.И., Остроцкая С.В., Тимошенко А.А. Система внутреннего мониторинга выполнения показателей эффективности деятельности вуза // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 4. С. 50–54.
9. Zyateva O.A., Pitukhin E.A., Peshkova I.V. Modeling Publication Activity of the Faculty and Managing Scientific Indicators of the University // SPBPU IDE '19: Proceedings of the 2019 International SPBPU Scientific Conference on Innovations in Digital Economy. 2019. P. 1–5.
10. Питухин Е.А., Зятева О.А., Питухин П.В. Алгоритм поиска искажений в данных при оценке параметров множественной линейной регрессии // Инженерный вестник Дона, 2019, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5873.
11. Zyateva O.A., Pitukhin E.A., Peshkova I.V. Upwards excursion algorithm providing the weight rankings coefficients of universities // Proceedings of the First International Workshop on Stochastic Modeling and Applied Research of Technology (SMARTY 2018), Petrozavodsk, 2018. №2278. P. 62–70.

References

1. Kotenko Yu.S., Nazvanova I.A., Podoprigora M.G. Inženernyj vestnik Dona, 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1631.
2. Garanin M.A. Kreativnaya ekonomika. 2019. V. 13. № 9. pp. 1699–1712.
3. Pyhtin A.I., Ovchinkin O.V., Zarubina N.K. Izvestiya YUgo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sociologiya. Menedzhment. 2018. V. 8. № 2(27). pp. 113–119.
4. Yandybaeva N.V., Kushnikov N.V. Problemy upravleniya. 2015. №1. pp. 53–62.
-



5. Yandybaeva N.V. Vestnik Mordovskogo universiteta. 2018. V. 28. № 1. pp. 120–136.
6. Maleckij R.V., Pikulin V.V. Programmnye produkty i sistemy. 2012. №1. pp. 104–107.
7. Nikolenko V.N., Vyalkov A.I., Martynchik S.A., Gluhova E.A. Vysshee obrazovanie v Rossii. 2014. №10. pp.18–25.
8. Ovchinkin O.V., Pyhtin A.I., Ostrockaya S.V., Timoshenko A.A. Sovremennye naukoemkie tekhnologii. 2019. №4. pp.50–54.
9. Zyateva O.A., Pitukhin E.A., Peshkova I.V. SPBPU IDE '19: Proceedings of the 2019 International SPBPU Scientific Conference on Innovations in Digital Economy, 2019. pp. 1–5.
10. Pitukhin E.A., Zyateva O.A., Pitukhin P.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5873.
11. Zyateva O.A, Pitukhin E.A, Peshkova I.V. First International Workshop on Stochastic Modeling and Applied Research of Technology (SMARTY 2018). Petrozavodsk, 2018. pp. 62–70.