

Как известно, на финансовую деятельность хозяйствующих субъектов оказывают влияние энергоносители: газ, электричество и т.п. Снижение цены на них позволило бы организациям увеличить получаемую прибыль, которую можно было бы направить на свое дальнейшее развитие. Одним из способов снижения цены, на наш взгляд, является сокращение в цепочке создания добавленной стоимости некоторых дополнительных звеньев, которые трудно контролируемы государством. В связи с этим такие звенья могут создавать какие-то финансовые схемы для хищений. В некоторых странах, например, в Азербайджане газ продается напрямую потребителям через продажу специальных карточек. За счет сокращения дополнительных звеньев государству удалось снизить стоимость газа для конечного потребителя. Таким способом решена и другая проблема – у них нет в стране задолжников по газу вообще.

**Выводы.** Таким образом, использование опыта некоторых стран и поиск новых способов сокращения дополнительных звеньев в цепочке создания добавленной стоимости позволит финансам организаций увеличить размер получаемой прибыли, нехватка которой остро ощущается в настоящее время.

#### **Список использованной литературы**

1. Дедегкаев В.Х., Гарафилян М.А., Ревазов С.Т. Финансовое регулирование и методы государственного финансового регулирования как инструмента финансовой политики (на примере РСО-Ф). // В сборнике: Наука и инновации в современном мире. Сборник научных статей. Москва, 2019. С. 187-190.

2. Мухаметзянов Р.З. Методы государственного регулирования финансов предприятий. // В сборнике: Актуальные проблемы современной науки в 21 веке. Сборник материалов 6-й международной научно-практической конференции. 2014. С. 128-130.

3. Финансы: учебник / коллектив авторов; под ред. Е. В. Маркиной. – 2-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2014. – 432 с.

4. Шеремет А.Д., Ионова А.Ф. Финансы предприятия: менеджмент и анализ: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: ИНФПА-М, 2004. – 319 с.

**DOI: 10.34708/GSTOU.CONF..2021.47.87.048**

**УДК: 330.4**

### **ПОТОКИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: АНАЛИТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЛАЙНАМИ**

#### **FLOWS IN THE DIGITAL ECONOMY: ANALYTICAL MODELING BY SPLINES**

**Ильясов Р.Х.**

**Pyasov R. H.**

Кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой  
учёта, анализа и аудита в цифровой экономике  
ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», г. Грозный  
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department  
of Accounting, Analysis and Audit in the Digital Economy  
Chechen State University, Grozny, Russia

***Аннотация.** Эффективность анализа факторов и тенденций развития процессов в экономических системах зависит от качества аналитического моделирования, часто связанного с упрощением или искажением реальности. Искажения в моделях исследуемой динамики являются результатом сглаживания реальных колебаний развития процессов. Экономические системы представляются состоящими из статической и динамической частей – запасов и потока. Если запасы определяют состояния, то потоки – изменения в состояниях экономической системы. Моделирование потоков в цифровой экономике требует точных методов их*

аналитического описания, что должно сохранить в модели информацию даже о малых изменениях. Точность моделей должна повысить эффективность управления потоками в цифровой экономике в режиме реального времени. Сами потоки в цифровой экономике представляются непрерывными, что объясняется возможностью доступа к услугам и товарам в режиме стриминга. Ключевым условием эффективного управления потоками становится моделирование их динамики функциями с нулевыми ошибками аппроксимации. Как показано в работе, точность аппроксимации, адаптивность и возможность учёта малых колебаний достигаются моделированием потоков сплайнами.

**Abstract.** *The effectiveness of the analysis of factors and trends in the development of processes in economic systems depends on the quality of analytical modeling, often associated with the simplification or distortion of reality. Distortions in the models of the studied dynamics are the result of smoothing out real fluctuations in the development of processes. Economic systems are represented as consisting of both static and dynamic parts—stocks and flow. If stocks determine states, then flows are changes in the states of the economic system. Modeling flows in the digital economy requires precise methods of their analytical description, which should preserve information in the model, even about small changes. The accuracy of the models should improve the efficiency of flow management in the digital economy in real time. The flows themselves in the digital economy seem to be continuous, which is explained by the possibility of access to services and goods in the streaming mode. The key condition for effective flow control is the modeling of their dynamics by functions with zero approximation errors. As shown in the paper, the accuracy of the approximation, adaptability and the possibility of taking into account small fluctuations are achieved by modeling flows with splines.*

**Ключевые слова:** цифровая экономика, экономические системы, запасы, потоки, моделирование, управление, сплайны

**Keywords:** digital economy, economic systems, stocks, flows, modeling, management, splines

Развитие цифровых технологий потребовало повышения эффективности управления потоками в экономике. Одним из факторов эффективного управления потоками является учёт и управление изменениями в системе в режиме, приближённом к реальному времени. К моделям потоков в экономических системах это создаёт требование минимальности отклонений между модельными и фактическими данными во всех узловых точках. Потоки, являясь динамичными показателями изменений в экономических системах, представляются источником более ценной для принятия решений информации, чем запасы. Запасы характеризуют статичную часть экономической системы, определяя состояния на конкретные моменты времени. Потоки же определяют изменения в запасах в единицу времени. Например, потоки - это изменения денежной массы в экономике за год, прирост численности безработных за квартал, изменение задолженности по кредиту за месяц и т.д. Взаимосвязь между запасами и потоком реализуется формулами их взаимных преобразований - расчётом цепных приростов или обратно – накоплением итогов.

В традиционной экономике эффективными могли быть решения по управлению процессами, принимаемые на основании анализа обобщённых данных и сглаживающих моделей динамики. Это позволяло решить главную задачу управления процессами в экономике – выявлять основные тенденции развития, абстрагируясь от откликов на малые возмущения. Очевидно, в современных условиях необходимо сокращение времени для принятия решений требует анализа локальных откликов в экономической системе. Ключевым фактором производства в цифровой экономике становится объективность данных, анализ которых непосредственно в момент их образования обеспечивает большую экономическую эффективность. Сохранением в моделях динамики всех колебаний процесса становится возможным поиск закономерностей в последовательных изменениях состояний системы через потоки - конечные разности или производные. Цель исследования состоит в разработке новых подходов к аналитическому описанию потоков, повышающих эффективность управления процессами в режиме реального времени [1].

Необходимость управления потоками в режиме реального времени, в первую очередь, заставляет отказаться от сглаживающих процедур, искажающих реальную динамику. Второй аргумент – детерминированный механизм взаимного преобразования запасов и потока, также

требует сохранения точности в модельном представлении исходных данных. Например, на необходимость в сохранении точности при исследовании потоков указывают в своём исследовании Sharda, V.N. и др. В частности, в работе Sharda, V.N. исследуется необходимость в точных оценках потоков для правильного определения природоохранных мер в водосборе, а также для увеличения стока в неурожайные периоды. Для изучения сложных корреляций между объёмами осадков и потоками в холмистых водоразделах предложено использовать модели, построенные методом множественных адаптивных регрессионных сплайнов (MARS) [2]. На важность в создании точных моделей для планирования и управления водными ресурсами указывает и Abdulelah Al-Sudani, Z. в своём исследовании [3]. Следующим аргументом к моделированию потоков без ошибок аппроксимации является необходимость поиска корреляций в колебаниях скорости – ускорениях или замедлениях роста. Это позволяет нам выделить три ключевых требования к моделирующим динамике потоков функциям – нулевая погрешность аппроксимации, адаптивность, непрерывность. Одновременно выделенным требованиям удовлетворяют сплайн-функции третьей степени, известные своей гибкостью, наилучшими аппроксимационными свойствами и интерполяционным поведением, а также непрерывностью как самой функции, так и первых двух производных [4, 5]. Предлагаемый подход к моделированию динамики с нулевой погрешностью аппроксимации во всех узловых точках заметно отличается от классического подхода, требующего минимизации суммы отклонений модельного и реального процессов в узловых точках. В этом проявляется концептуальное различие методов «новой» и «старой» эконометрик. Классические подходы к моделированию процессов объясняют необходимость сглаживания динамики гипотезой о вероятностной природе данных и равенством нулю среднего значения остатков. На наш взгляд, неопределённость проявляется в динамике прогнозируемых данных, что оправдывает сглаживание эмпирической динамики для целей выявления долгосрочных тенденций развития. Для решения задач управления процессами более эффективным представляется подход, согласно которому все измеренные и зафиксированные данные о состояниях исследуемой системы должны быть отображены в моделях без ошибок аппроксимации. В предлагаемой новой концепции к моделированию и анализу процессов в экономике остатки, первые разности или производные становятся источником точной информации о последовательных изменениях в системе - потоках. Тогда сплайн-аппроксимационная модель динамики состояний может быть «декомпозирована» в модели потока, скорости и ускорения потока дифференцированием.

Для выявления недостатков классического подхода к моделированию процессов, рассмотрим результаты аппроксимации по методу наименьших квадратов (МНК) на примере динамики задолженности по жилищным кредитам – показателя типа запас. Концептуальной особенностью моделей МНК является их плавность и наилучшее приближение с точки зрения минимальности суммы квадратов отклонений между модельными и фактическими данными в узловых точках.

Моделированием по МНК построим полиномиальную кривую, достаточно хорошо описывающую динамику состояний (запасов) – задолженности по жилищным кредитам:

$$LS\_DL = \frac{19778489}{19448} t^3 + \frac{1198430353}{136136} t^2 + \frac{789309267}{6188} t + \frac{1665}{77} \quad (1).$$

Как видно на рисунке 1, полином третьей степени имеет плавную модельную траекторию динамики задолженности по жилищным кредитам, что может быть полезным для экстраполяции выявленной тенденции. Однако, становится бессмысленным переход от МНК-модели динамики состояний (задолженности по жилищным кредитам), к модели изменений в состояниях - потоку.

Дифференцированием полиномиальной модели (1) выполним переход от модели состояний (запасов) к модели скорости изменений (потока):

$$D1\_LS\_DL = \frac{59335467}{19448} t^2 + \frac{1198430353}{68068} t + \frac{789309267}{6188} \quad (2).$$

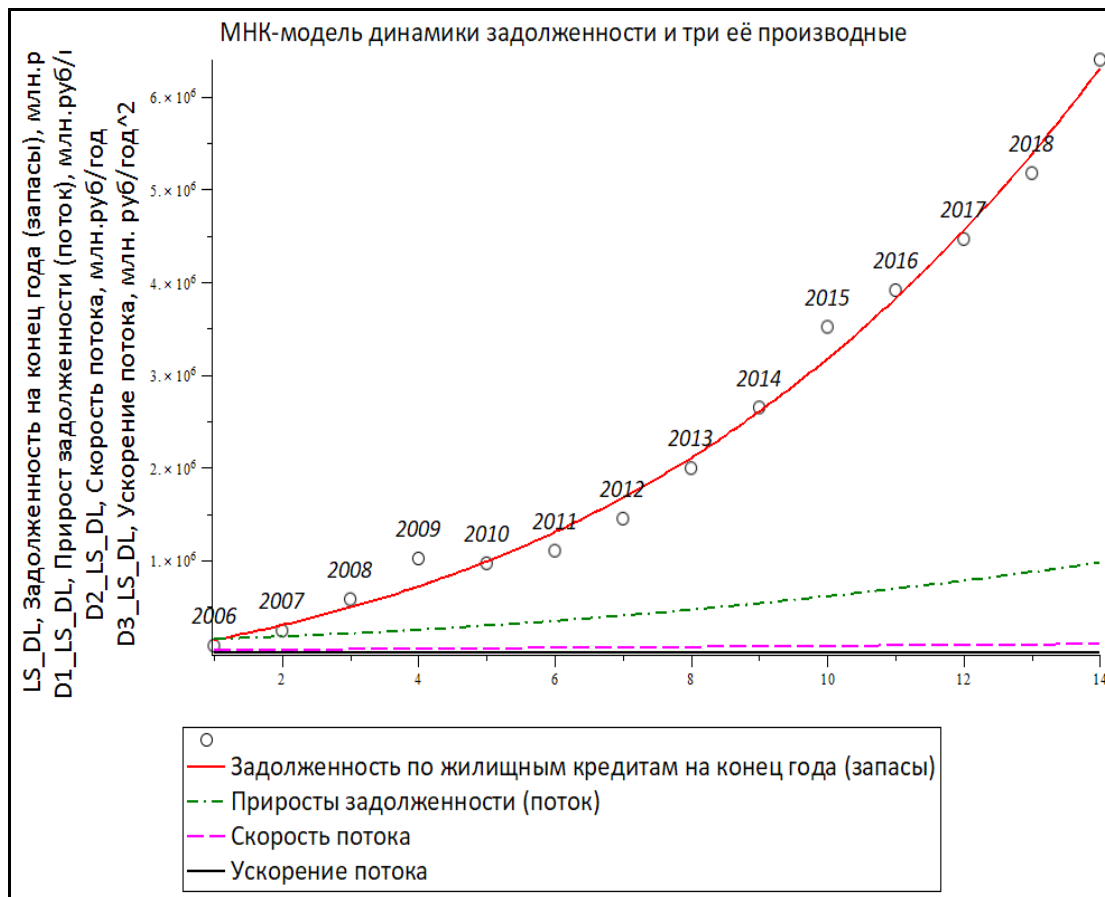


Рис. 1. МНК-модели динамики задолженности по жилищным кредитам и её производные

Модель мгновенной скорости изменений задолженности по жилищным кредитам (модель потока), полученная дифференцированием функции запасов, демонстрирует параболическую траекторию равномерных изменений. Производная второго порядка ещё меньше сохраняет в себе информацию о локальных изменениях:

$$D2\_LS\_DL = \frac{59335467}{9724} t + \frac{1198430353}{68068} \quad (3).$$

Полученная модель демонстрирует линейный характер скорости потока.

В свою очередь, ускорение потока задолженности по жилищным кредитам в России, описываемая третьей производной, оказываются постоянной величиной:

$$D3\_LS\_DL = \frac{59335467}{9724} \quad (4).$$

Как показал анализ, построенные по МНК модели, абстрагируясь от «случайных» колебаний в исследуемой динамике, утрачивают информацию о реальных состояниях экономической системы в конкретные моменты времени. Преобразование динамики состояний в таких моделях в динамику изменений (потоки) углубляет различия между модельным и реальным процессами. В условиях цифровой экономики источником знаний о закономерностях развития становятся и малые изменения на локальных временных участках развития. Сглаживание или абстрагирование от реальных колебаний в динамике не позволит эффективно управлять процессами в режиме реального времени.

Аппроксимация динамики с нулевой погрешностью в узловых точках процесса позволяет перейти к новому пониманию *DataMining* как к процессу добычи знаний о процессах из точных численных, аналитических и графических образов [6, 7]. В последовательных изменениях состояний экономической системы находим возможность исследования скорости и ускорения развития, изучения корреляции потоков, фазового анализа цикличности и сезонности потоков [8, 9]. На примере сплайн-моделирования динамики задолженности по жилищным кредитам продемонстрируем некоторые аналитические достоинства предлагаемой методологии.

В первую очередь необходимо отметить кусочную структуру сплайна – он моделирует процесс отдельным уравнением между каждыми двумя последовательными узловыми точками. В отличие от моно модели МНК, это позволяет провести модельную линию с нулевой погрешностью через любое количество узловых точек, не повышая степень моделирующего полинома. В то же время сплайн-функция степени  $n$  непрерывна, непрерывны и её производные до  $(n-1)$ -го порядка. Как показывает рисунок 2, интерполирование кубическим сплайном сохраняет в модели информацию о состояниях показателя типа запас - задолженности по жилищным кредитам с абсолютной точностью во всех узловых точках. Следовательно, возможно преобразование модели динамики запасов в модель потока с нулевой погрешностью.

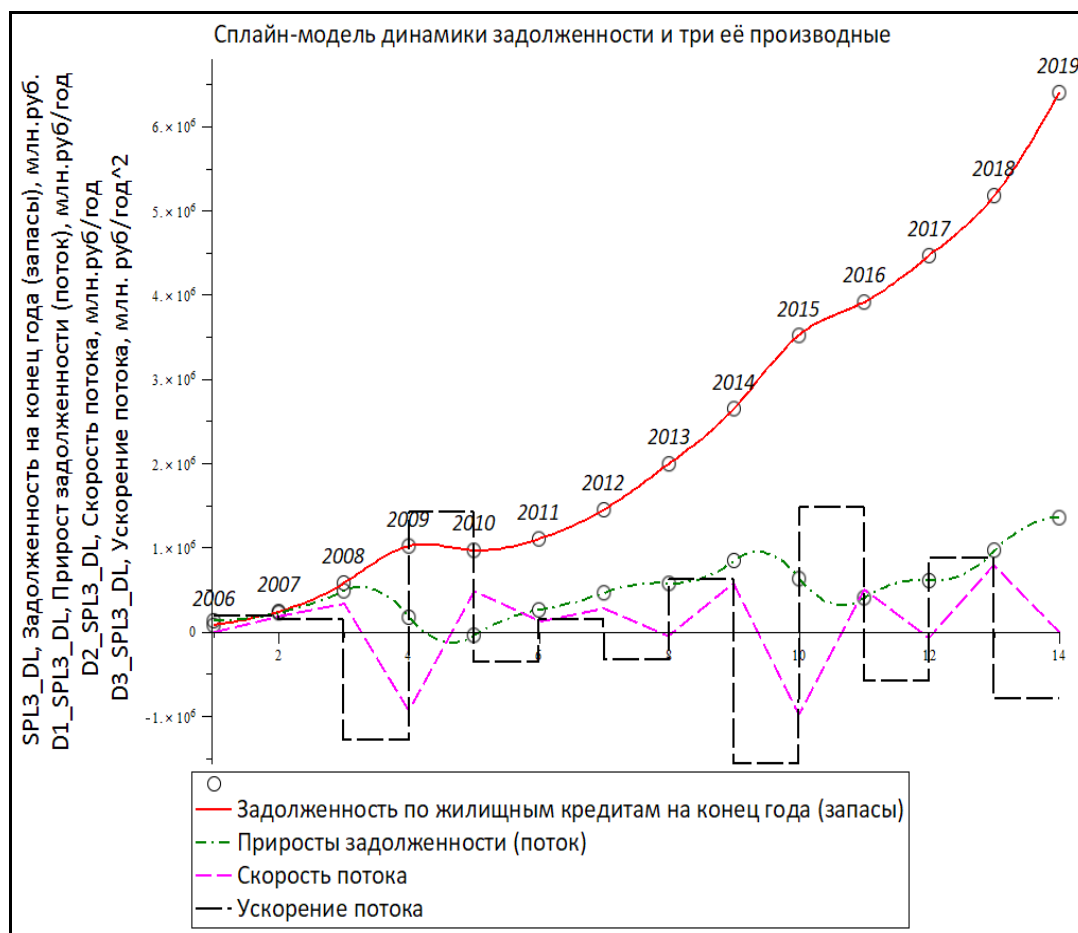
Преобразование сплайн-модели запасов в поток происходит автоматически дифференцированием. Первая производная функции запасов по аналогии с физическим смыслом интерпретируется как мгновенная скорость – в нашем случае как мгновенная скорость изменения запасов или поток. По ломаной второй производной можно наблюдать изменения в мгновенной скорости потока. Ускорение потока описывает третья производная – на рисунке 2 наблюдаем дискретные изменения в ускорениях потока.

$$\text{SPL3\_DL} = \begin{cases} 30\,478,1\,t^3 - 91\,434,3\,t^2 + 222\,921,2\,t - 84\,569,0 & t < 2 \\ 25\,673,5\,t^3 - 62\,606,7\,t^2 + 165\,266,1\,t - 46\,132,3 & t < 3 \\ -212\,743,1\,t^3 + 2\,083\,142,9\,t^2 - 6\,271\,982,9\,t + 6\,391\,116,8 & t < 4 \\ 237\,158,0\,t^3 - 3\,315\,670,5\,t^2 + 15\,323\,270,6\,t - 22\,402\,554,7 & t < 5 \\ -59\,576,8\,t^3 + 1\,135\,352,1\,t^2 - 6\,931\,842,0\,t + 14\,689\,299,7 & t < 6 \\ 25\,145,4\,t^3 - 389\,648,0\,t^2 + 2\,218\,158,3\,t - 3\,610\,700,9 & t < 7 \\ -53\,996,7\,t^3 + 1\,272\,335,4\,t^2 - 9\,415\,725,3\,t + 23\,535\,027,6 & t < 8 \\ 104\,340,3\,t^3 - 2\,527\,753,5\,t^2 + 20\,984\,985,7\,t - 57\,533\,535,3 & t < 9 \\ -259\,891,7\,t^3 + 7\,306\,512,7\,t^2 - 67\,523\,410,1\,t + 207\,991\,652,2 & t < 10 \\ 246\,664,6\,t^3 - 7\,890\,176,0\,t^2 + 84\,443\,476,8\,t - 298\,564\,637,6 & t < 11 \\ -96\,921,5\,t^3 + 3\,448\,164,6\,t^2 - 40\,278\,269,3\,t + 158\,748\,431,8 & t < 12 \\ 144\,967,5\,t^3 - 5\,259\,840,2\,t^2 + 64\,217\,787,6\,t - 259\,235\,796,0 & t < 13 \\ -131\,297,5\,t^3 + 5\,514\,495,0\,t^2 - 75\,848\,570,0\,t + 347\,718\,420,3 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Как показывает анализ, аналитика сплайн-модели оказывается релевантной задачам учёта реальных состояний изучаемого процесса, с возможностью преобразования в модели последовательных изменений - потока, скорости и ускорения потока. Известно, цифровой экономике характерно представление процессов как стриминговых, т.е. их представление непрерывными потоками. Непрерывность в аналитическом представлении потока позволяет оценивать его для временных интервалов любой длины, что актуально для эффективности управления процессами в режиме реального времени [10].

Производные становятся эффективными инструментами выявления, визуализации и анализа малых изменений в состояниях. Являясь математически точными индикаторами замедления, ускорения роста, а также достижения экстремальных уровней в развитии процессов, производные становятся эффективным инструментом обнаружения и анализа кризисов в экономике. В нашем примере первая производная (поток) в кризисном 2008 году максимальна на локальном временном участке, демонстрируя наибольшую скорость роста задолженности по жилищным кредитам. Далее производная начинает приближение к нулю, обнаруживая замедление роста. Первый локальный максимум задолженности по жилищным кредитам выявляется в посткризисном для мировой экономики 2009 году экстремальным отрицательным значением второй производной. Следующий временной участок, где скорость роста задолженности максимальная, наблюдаем в 2014 – локальный максимум первой производной по абсолютной ве-

личине даже превосходит значение 2008 года. Локальный пик задолженности по жилищным кредитам достигается в 2015 году, что явно идентифицируется экстремальным значением второй производной.



**Рис. 2. Слайн-аппроксимационная модель динамики задолженности по жилищным кредитам и три её производные**

Обращение к точным математическим моделям потоков позволяет управлять экономическими системами с учётом их непрерывного развития, адаптируя режимы функционирования к локальным изменениям. Важным отличием новых подходов к управлению экономической системой состоит в её восприятии не как объекта с фиксированными состояниями, а как процессов последовательных изменений. Знания о закономерностях функционирования и развития системы теперь следует получать не только сглаживанием и усреднением динамики состояний, но и изучением реальных последовательных изменений, ускорений или замедлений роста. Как показало исследование, сплайн-функции моделируют сложную динамику без ошибок аппроксимации, что позволяет преобразовывать модели запасов в потоки без погрешностей, а через производные сплайна реализуется аналитический потенциал метода – возможность количественно, аналитически и графически исследовать скорость потоков, их ускорения, обнаруживать кризисы в развитии.

### Список использованной литературы

1. Маркова В.Д., Марков А.А. Цифровизация, или управление на основе потока данных // Инновации. 2019. №7 (249). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-ili-upravlenie-na-osnove-potoka-dannyh> (дата обращения: 28.03.2021).
2. Sharda, V.N., Prasher, S.O., Patel, R.M., Ojasvi, P.R., Prakash, C. Performance of multivariate adaptive regression splines (MARS) in predicting runoff in mid-Himalayan micro-watersheds with limited data // Hydrological Sciences Journal. 2008. №53(6), P. 1165-1175

3. Abdulelah Al-Sudani, Z., Salih, S.Q., sharafati, A., Yaseen, Z.M. Development of multivariate adaptive regression spline integrated with differential evolution model for streamflow simulation // Journal of Hydrology. 2019. №573, P. 1-12
4. Сплайн-функции в экономико-статистических исследованиях / Ответственный редактор Б.Б. Розин. Сборник статей. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, ИЭОПП СО АН СССР, 1987. – 206 с.
5. Ильясов Р.Х. Сплайн-анализ корреляции потоков // Экономический анализ: теория и практика. 2020. Т. 19. №1 (496). С. 173-187.
6. Reich, B.J., Storlie, C.B., Bondell, H.D. Variable selection in Bayesian smoothing spline ANOVA models: Application to deterministic computer codes // Technometrics. 2009. №51(2), P. 110-120
7. Tsai, T.-L., Yang, J.-C. Kinematic wave modeling of overland flow using characteristics method with cubic-spline interpolation // Advances in Water Resources. 2005. №28(7), P. 661-670
8. Wijnands, J.S., Qian, G., Kuleshov, Y. Spline-based modelling of near-surface wind speeds in tropical cyclones // Applied Mathematical Modelling. 2016. №40(19-20), P. 8685-8707
9. Odoardi I., Muratore F. Understanding the support of savings to income: A multivariate adaptive regression splines analysis // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2015. №373. P. 385-392.
10. Hung, L.D. Savings wedge, productivity growth, and international capital flows // Journal of Economic Integration. 2020. №35(3), P. 503-518

**DOI: 10.34708/GSTOU.CONF..2021.13.34.049**  
**УДК 330.1**

## **РОЛЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

### **THE ROLE OF ECONOMIC THEORY IN A TECHNICAL UNIVERSITY**

<sup>1</sup>Азиева Р.Х., <sup>2</sup>Гишкаева Л.Л., <sup>3</sup>Таймасханов Х.Э.  
<sup>1</sup>Azieva R.Kh., <sup>2</sup>Gishkaeva L.L., <sup>3</sup>Taymaskhanov Kh.E.

<sup>1</sup>Д.э.н., профессор кафедры «Экономическая теория и государственное управление», ГГНТУ имени акад.М.Д. Миллионщикова, г.Грозный, Россия

<sup>2</sup>К.э.н., доцент кафедры «Экономика и экономическая безопасность отраслей и предприятий» ЧГУ, г.Грозный, Россия

<sup>3</sup>Д.э.н., заведующий кафедрой «Экономическая теория и государственное управление», ГГНТУ имени акад.М.Д. Миллионщикова, г.Грозный, Россия

<sup>3</sup>КНИИ РАН имени Х.И. Ибрагимова, г.Грозный, Россия

<sup>1</sup>Doctor of Economics, Professor of the Department of "Economic Theory and Public Administration", GSOTU named after acad. M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia

<sup>2</sup>Ph.D. in Economics, Associate Professor of the Department of Economics and Economic Security of Industries and Enterprises, Chechen State University, Grozny, Russia

<sup>3</sup>Doctor of Economics, Head of the Department of "Economic Theory and Public Administration", GSOTU named after Academician M.D. Millionshchikova, Grozny, Russia

<sup>3</sup>Complex Research Institute named after Kh.I. Ibragimova Academy of Sciences, Grozny, Russia

***Аннотация.** Независимо от общепризнанной ценности базовых экономических дисциплин, в особенности экономической теории, ее преподавание как непрофильной в технических вузах в современных условиях имеет свое проблемное поле, связанное с выбором единства теоретических, методических и организационных вопросов.*

*В связи с этим в работе аргументирована целесообразность и важность преподавания экономической теории студентам технических специальностей и предложены основные направления и пути решения поставленных проблем.*