

УДК 336.226.2:519.86

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАЛОГОВЫХ ПОСТУПЛЕНИЙ В БЮДЖЕТ РЕГИОНА

Барановская Татьяна Петровна
доктор экон. наук, профессор, кафедры
системного анализа и обработки информации
e-mail: bartp_2@mail.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет», Краснодар, Российская
Федерация, ул. Калинина, 13*

Тахумова Оксана Викторовна
к.э.н., доцент кафедры системного анализа и
обработки информации
e-mail: takhumova@yandex.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет», Краснодар, Российская
Федерация, ул. Калинина, 13*

Канфора Джулия
обучающаяся факультета управления
e-mail: zhuliakanforka@bk.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет», Краснодар, Российская
Федерация, ул. Калинина, 13*

Прокопец Ангелина Федоровна
обучающаяся факультета управления
e-mail: gel4ik.pro01@mail.ru
*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет», Краснодар, Российская
Федерация, ул. Калинина, 13*

Исследуется применение математического моделирования для анализа и прогнозирования налоговых поступлений в бюджет региона. В рамках исследования проведена идентификация ключевых факторов, детерминирующих налоговые поступления, и осуществлен обзор наиболее адекватных математических методов для их моделирования, включая описание методов регрессионного анализа, временных рядов и нейронных сетей. Целью работы является разработка и апробация комплекса математических моделей, позволяющих осуществлять многофакторный анализ налоговой базы и формировать прогнозы налоговых поступлений с учетом влияния макроэкономических показателей, отраслевой структуры региональной экономики и налогового законодательства

UDC 336.226.2:519.86

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

THE USE OF MATHEMATICAL MODELS FOR THE ANALYSIS AND FORECASTING OF TAX REVENUES IN THE BUDGET OF THE REGION

Baranovskaya Tatiana Petrovna
Doctor of Economics, Professor, Department of
System Analysis and Information Processing
e-mail: bartp_2@mail.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation, Kalinina, 13*

Takhumova Oksana Viktorovna
Cand.Econ.Sci., Associate Professor of the
Department of System Analysis and Information
Processing
e-mail: takhumova@yandex.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation, Kalinina, 13*

Julia Kanfora
student at the Faculty of Management
e-mail: zhuliakanforka@bk.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation, Kalinina, 13*

Prokopets Angelina Fyodorovna
student at the Faculty of Management
e-mail: gel4ik.pro01@mail.ru
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russian Federation, Kalinina, 13*

The application of mathematical modeling for the analysis and forecasting of tax revenues to the regional budget is investigated. The study identified the key factors determining tax revenues and reviewed the most appropriate mathematical methods for their modeling, including a description of regression analysis methods, time series, and neural networks. The aim of the work is to develop and test a set of mathematical models that allow for a multifactorial analysis of the tax base and generate forecasts of tax revenues, taking into account the impact of macroeconomic indicators, the sectoral structure of the regional economy and tax legislation

Ключевые слова: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ, НАЛОГОВЫЕ
ПОСТУПЛЕНИЯ, БЮДЖЕТ РЕГИОНА,
РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Keywords: MATHEMATICAL MODELING, TAX
REVENUES, REGIONAL BUDGET, REGIONAL
ECONOMY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-208-059>

Введение. Процедура формирования государственного бюджета Российской Федерации институционально закреплена Бюджетным кодексом РФ, определяющим структуру доходов и расходов федерального бюджета (2 и 3 раздел БК РФ), а также бюджетов субъектов РФ. Федеральный бюджет предназначен для финансового обеспечения реализации функций государства, в то время как региональные бюджеты аккумулируют средства для исполнения полномочий, делегированных субъектам Федерации.

Ключевым источником доходов как федерального, так и региональных бюджетов выступают налоговые поступления. Состояние социально-экономической конъюнктуры регионов и страны в целом находится в прямой зависимости от величины налогооблагаемой базы, которая, в свою очередь, обусловлена уровнем развития экономического потенциала каждого субъекта. В настоящее время наибольшей фискальной устойчивостью характеризуются регионы, специализирующиеся на добыче углеводородного сырья (природного газа, нефти, высококалорийного угля) и других минеральных ресурсов, востребованных на глобальном рынке. Стабильное формирование доходной части бюджета также демонстрируют регионы, дислоцирующие крупные промышленные комплексы по производству первичного алюминия, стали и широкого спектра металлопродукции. Дополнительным фактором, позитивно влияющим на бюджетные поступления, является наличие значительных запасов деловой древесины и развитых мощностей по ее глубокой переработке, а также высокий уровень экономической активности и занятости населения.

<http://ej.kubagro.ru/2025/04/pdf/59.pdf>

Вместе с тем, наблюдается выраженная пространственная дифференциация в распределении природных ресурсов и промышленного потенциала. Неравномерность развития транспортной инфраструктуры и низкая эффективность сектора услуг также усугубляют дисбалансы. Регионы, характеризующиеся дефицитом природных ресурсов, недостаточным развитием промышленности и транспортной инфраструктуры, как правило, сталкиваются с повышенным уровнем безработицы, низкими показателями заработной платы, узкой налогооблагаемой базой и, как следствие, трудностями в формировании доходной части регионального бюджета.

Некоторые авторы[5] также упоминают, о том, что точная оценка налогового потенциала приобретает определяющее значение на этапе прогнозирования налоговых доходов, оказывая непосредственное влияние на качество и обоснованность бюджетного планирования. Комплексный анализ факторов, детерминирующих формирование налоговой базы, представляется необходимым условием для предикции ее динамики и разработки эффективных мер, направленных на оптимизацию налоговых поступлений. Данный подход становится особенно востребованным в контексте текущей макроэкономической волатильности и повышенной неопределенности, обусловленной необходимостью оперативной адаптации бюджетной политики к изменяющимся условиям внешней среды.

Немаловажной проблемой, которая отмечается научным сообществом, является дефицит бюджета, который, согласно результатам анализа бюджетной отчетности регионов Российской Федерации за 2022 год наблюдался в 39 субъектах Федерации. Шацкий А.А. в своей статье[6] отмечает, что профицит бюджета зафиксирован в ряде субъектов, таких как Еврейская автономная область, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Пензенская область и Карачаево-Черкесская Республика.

Примечательно, что данные регионы характеризуются высокой степенью дотационности и, в некоторых случаях, значительным уровнем задолженности, что указывает на потенциальную зависимость профицита от внешних источников финансирования.

В условиях неравномерного распределения капитала и нарастающего социально-экономического неравенства между субъектами Федерации недостаточная точность прогнозов и неадекватная оценка факторов, влияющих на налоговую базу, могут привести к дефициту бюджета, секвестрованию расходов и, как следствие, к снижению уровня жизни населения и значительному понижению инвестиционной привлекательности региона, а это в свою очередь приведет к замедлению темпов экономического роста.

Традиционные методы прогнозирования налоговых поступлений, основанные на экстраполяции прошлых тенденций и экспертных оценках, зачастую оказываются неэффективными в условиях динамично меняющейся экономической конъюнктуры и не учитывают в полной мере влияние сложных взаимосвязей между макроэкономическими показателями, отраслевой структурой региональной экономики и изменениями в налоговом законодательстве. В связи с этим, возникает необходимость в разработке и применении более совершенных инструментов анализа и прогнозирования, основанных на методах математического моделирования.

Использование математических моделей позволяет формализовать взаимосвязи между различными факторами, определяющими налоговые поступления, учесть их сложное взаимодействие и влияние на формирование налоговой базы. Многие научные деятели, например Леонова О.В.[4] в своих работах используют математические модели для изучения значимости факторов, влияющих на искомую величину. Это необходимо для того, чтобы повысить точность прогнозов и принимать

более обоснованные управленческие решения в сфере бюджетной политики и финансового планирования.

Результаты исследования. Предметом настоящего исследования выступают налоговые поступления по администрируемым доходам в 2023 году. В целях анализа детерминирующих факторов формирования данной величины, на основе экспертных оценок, был сформирован перечень потенциальных предикторов, оказывающих влияние на объем налоговых поступлений. Эмпирической базой исследования послужили статистические данные, полученные из открытых источников: Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и Федеральной налоговой службы (ФНС России), агрегированные по субъектам Российской Федерации. Обозначим зависимую переменную (результатирующий показатель) Y , как объем поступлений налогов, сборов и иных обязательных платежей в консолидированные бюджеты 18 субъектов Центрального федерального округа в 2023 году. В рамках исследования анализируется зависимость данной переменной от следующего набора независимых факторов:

x_1 – оборот розничной торговли, млн руб.

x_2 – добыча полезных ископаемых, млн руб.

x_3 – доходы по категории «обрабатывающее производство», млн руб.

x_4 – обеспечение электроэнергией, газом и паром; кондиционирование воздуха, млн руб.

x_5 – месячный доход на душу населения, руб.

x_6 – объем работ, по виду «Строительство», млн руб.

x_7 – грузооборот от автотранспорта, млн. тонн. км.

В качестве базы данных используется статистический сборник Росстата по Центральному Федеральному Округу за 2023 год[2].

Для достижения поставленной цели, предполагается построение системы уравнений множественной регрессии, отражающих

функциональную зависимость объема налоговых поступлений, сборов и иных обязательных платежей в бюджет областей ЦФО от отобранных детерминант. Эконометрические расчеты будут осуществлены с использованием прикладного программного обеспечения MS Excel, в частности, функционала «Анализ данных». Из совокупности построенных регрессионных моделей будет отобрана та, которая демонстрирует наилучшее соответствие эмпирическим данным, характеризующееся максимальной объясняющей способностью. На основе отобранной модели будет осуществлено формирование точечных и интервальных прогнозов объема налоговых поступлений для каждого субъекта ЦФО в отдельности. Полученные результаты будут подвергнуты содержательной интерпретации с целью выявления количественных взаимосвязей между исследуемыми переменными, а также оценки влияния отдельных факторов на динамику налоговых поступлений, что позволит сформировать обоснованные выводы и рекомендации для органов региональной власти.

Обзор факторов и построение линейной регрессии. Для выявления наиболее важного фактора построим таблицу показателя t-статистика.

Таблица 1 – Связь факторов с ключевым показателем по критерию Стьюдента

Фактор	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
t-	-1,011	-0,836	0,352	1,497	0,923	1,855	-1,038

Из таблицы 1 следует, что наиболее важным фактором, влияющим на уровень всего поступивших налогов, является объем строительства, однако обеспечение электроэнергией, газом и паром также оказывает значимое влияние на модель.

Таким образом, было получено следующее уравнение:

$$Y = -1133136,375 - 0,3846 \times x_1 - 2,3526 \times x_2 + 0,1434 \times x_3 + 4,6218 \times x_4 + 30,4219 \times x_5 + 7,0498 \times x_6 - 92,2941 \times x_7$$

При этом, множественный $R = 0,9964$, что характеризует связь показателей и их влияние друг на друга значительным. R -квадрат = 0,9928, что говорит о том, что поступление налогов по администрируемым доходам объясняется изменением исследуемых показателей на 99,3%, т.е. изменяющиеся показатели имеют почти абсолютное влияние на исследуемый показатель. Коэффициент детерминации(F) < 0,01, соответственно мы принимаем гипотезу о том, что он отличен от 0, что говорит о том, что уравнение имеет значение.

На основании этих данных мы можем составить прогнозную таблицу налоговых поступлений по наиболее значимым показателям (x_4, x_5, x_6).

Таблица 2 – Прогноз налоговых поступлений

П / П	Субъект РФ в ЦФО	Прогноз налоговых поступлений на 2024 г., млн руб.	Прогноз к 2023 г., %
1	Белгородская область	256 569	+10,4
2	Брянская область	110 031	+3,7
3	Владимирская область	170 392	+13,3
4	Воронежская область	245 643	+8,7
5	Ивановская область	70 703	+11,0
6	Калужская область	197 838	+25,5
7	Костромская область	70 934	+20,5
8	Курская область	117 553	+3,8
9	Липецкая область	150 553	+11,1
10	Московская область	1 937 392	+5,7
11	Орловская область	69 712	+40,2
12	Рязанская область	252 992	+18,8
13	Смоленская область	134 545	+6,3
14	Тамбовская область	78 687	+24,9
15	Тверская область	170 841	+13,2
16	Тульская область	234 618	-
17	Ярославская область	260 266	+4,1
18	Москва	6 832 893	-1,1

Источник: составлено автором на основе статистики[2][3]

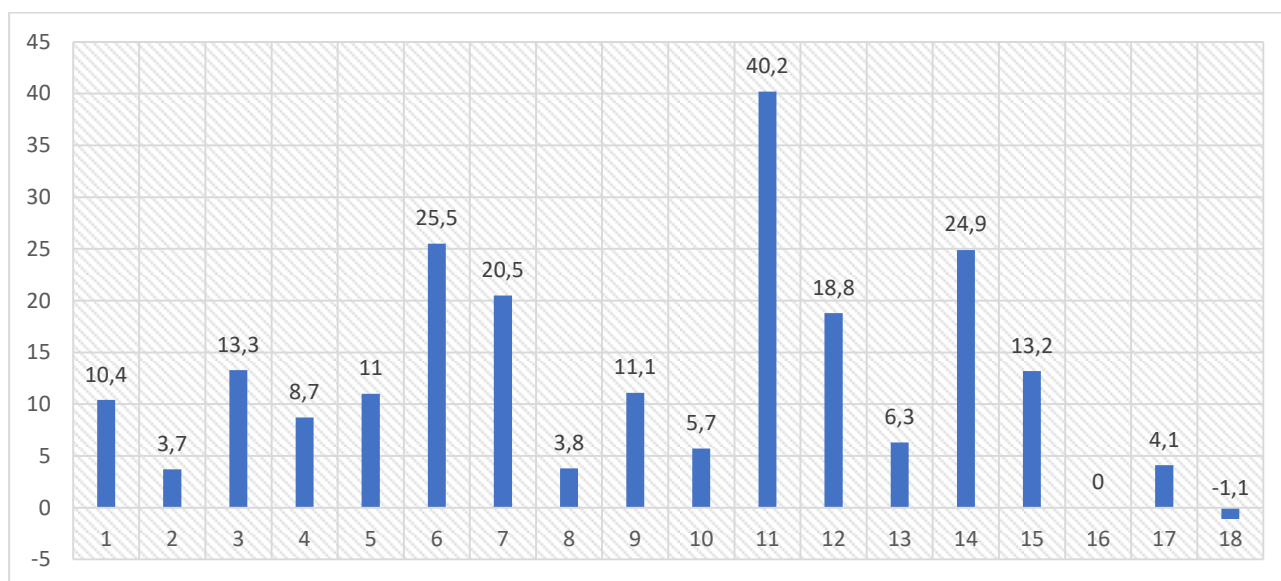


Рисунок 1 – Гистограмма прогнозируемого роста налоговых поступлений в 2024 г., %

Оценка результатов регрессионного анализа выявила, что средний прогнозируемый прирост налоговых поступлений составляет 12,2%, что позволяет сделать вывод о наличии статистически значимой прямой корреляции между исследуемыми факторами и объемом собранных налоговых платежей. В частности, анализ коэффициентов регрессии показал, что наибольшее влияние на объем налоговых поступлений оказывают следующие показатели: среднемесячный доход на душу населения, отражающий уровень благосостояния и потребительской активности населения; объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», характеризующий инвестиционную активность и развитие инфраструктуры региона; и обеспечение электроэнергией и газом, являющееся ключевым фактором, определяющим функционирование промышленного сектора и жилищно-коммунального хозяйства. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости учета данных показателей при разработке прогнозов налоговых поступлений и формировании бюджетной политики региона.

Оценивая адекватность полученных результатов, обратимся к рисунку 2, который отражает динамику поступления средств в бюджетную систему РФ. Из него можно сделать вывод о том, что рост на 12,2% является средней, реальной величиной. Таким образом, мы приходим к выводу о работоспособности модели.

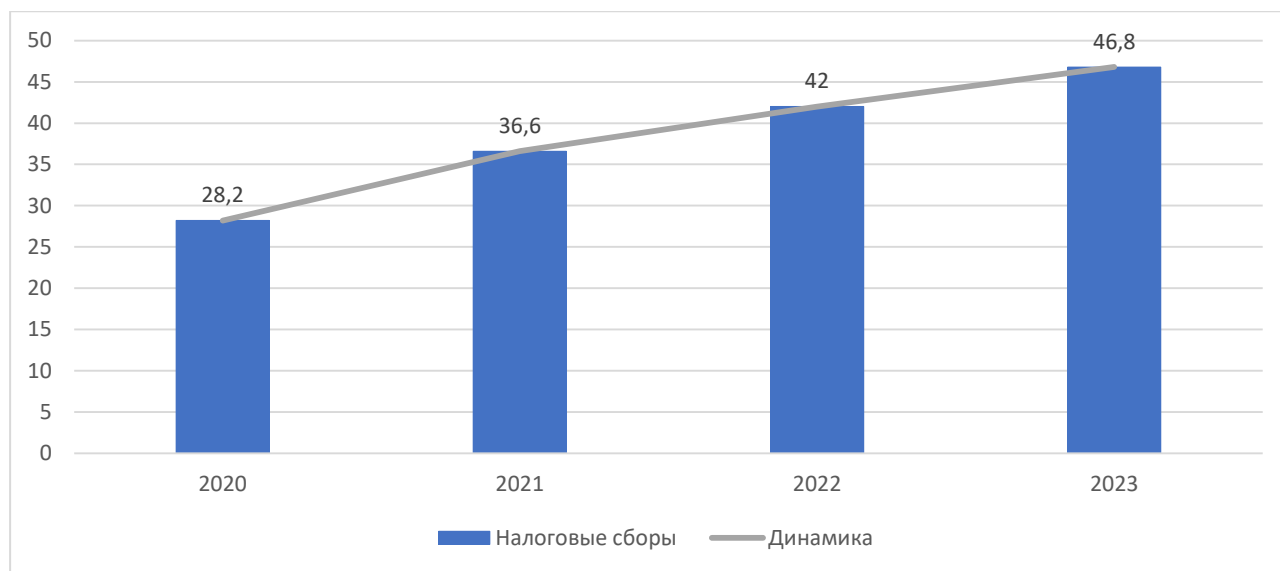


Рисунок 2 – Динамика поступления средств в бюджет РФ

Выводы и предложения. Как показала корреляционная модель множество факторов способно оказывать разное по степени влияние на социально-экономическое положение региона, а следовательно и на его налоговую базу. Эффективное управление налоговым потенциалом региона требует комплексного подхода, включающего анализ факторов, влияющих на формирование налоговой базы, и разработку мер, направленных на ее расширение.

В данном разделе представлены общие рекомендации органам власти по увеличению налоговой базы, основанные на результатах проведенного исследования и учитывающие передовой опыт в сфере управления региональными финансами. Реализация данных рекомендаций позволит создать благоприятные условия для устойчивого роста налоговых поступлений и обеспечения финансовой независимости региона:

Стимулирование экономического роста и диверсификация экономики. Необходимо разрабатывать и реализовывать стратегии, направленные на стимулирование экономического роста в приоритетных отраслях, обладающих высоким налоговым потенциалом. Важным аспектом является диверсификация экономической структуры региона с целью снижения зависимости от узкого круга отраслей и повышения устойчивости к внешним шокам. Это может включать поддержку инновационных предприятий, развитие малого и среднего бизнеса, привлечение инвестиций и создание благоприятного инвестиционного климата.

Совершенствование системы налогового администрирования. Следует осуществлять мероприятия, направленные на повышение эффективности налогового администрирования, включая совершенствование механизмов учета и контроля, снижение административной нагрузки на налогоплательщиков, внедрение современных информационных технологий и развитие электронных сервисов. Важным аспектом является борьба с теневой экономикой и уклонением от уплаты налогов.

Оптимизация налоговых льгот и преференций. Необходимо проводить регулярный анализ эффективности действующих налоговых льгот и преференций с целью выявления неэффективных и необоснованных льгот и их отмены или корректировки. При предоставлении новых льгот следует проводить оценку их влияния на налоговые поступления и устанавливать четкие критерии эффективности.

Повышение инвестиционной привлекательности региона. Создание благоприятного инвестиционного климата является ключевым фактором для привлечения новых инвестиций и расширения налоговой базы. Необходимо обеспечивать стабильность налогового законодательства,

снижать административные барьеры, развивать инфраструктуру и обеспечивать доступ к квалифицированной рабочей силе.

Развитие человеческого капитала. Инвестиции в образование, здравоохранение и культуру способствуют формированию квалифицированной рабочей силы, повышению производительности труда и, как следствие, увеличению налоговых поступлений. Необходимо разрабатывать и реализовывать программы, направленные на развитие человеческого капитала и повышение конкурентоспособности региона.

Совершенствование межбюджетных отношений. Необходимо стремиться к совершенствованию системы межбюджетных отношений с целью обеспечения финансовой самостоятельности регионов и стимулирования их заинтересованности в увеличении налоговой базы. Это может включать пересмотр принципов распределения налоговых доходов между федеральным и региональными бюджетами, предоставление регионам большей свободы в установлении налоговых ставок и льгот, а также развитие механизмов финансовой поддержки регионов с низким налоговым потенциалом.

Список литературы

1. «Бюджетный кодекс Российской Федерации» от 31.07.1998 N 145-ФЗ (ред. от 26.12.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025) // СПС КонсультантПлюс [Электронный источник] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/ (дата обращения: 07.02.2025)
2. Сборник «Социально-экономическое положение Центрального Федерального Округа в 2023 года» // Федеральная служба государственной статистики [Электронный источник] Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cent_fo_2k-2023.pdf (дата обращения: 07.02.2025)
3. Аналитический портал ФНС России // Официальный портал ФНС [Электронный источник] Режим доступа: <https://analytic.nalog.gov.ru> (дата обращения: 07.02.2025)
4. Леонова О. В. Моделирование и прогнозирование поступления налогов в консолидированный бюджет по субъектам Российской Федерации // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. 2021. № 3. С. 62–72.

5. Алагаева, К. Ю. Методологический анализ концептуальных подходов к оценке налогового потенциала региона / К. Ю. Алагаева, А. М. Пашаева // Бюллетень транспортной информации. – 2020. – № 10(304). – С. 8-13. – EDN LPXFNR.

6. Елисеева И. И. Эконометрика. Москва: Юрайт, 2022. 449 с. Текст: непосредственный.

References:

1. «Bjudzhetnyj kodeks Rossijskoj Federacii» ot 31.07.1998 N 145-FZ (red. ot 26.12.2024) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.01.2025) // SPS Konsul'tantPljus [Jelektronnyj istochnik] Rezhim dostupa: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/ (data obrashhenija: 07.02.2025)

2. Sbornik «Social'no-jekonomicheskoe polozhenie Central'nogo Federal'nogo Okrug v 2023 goda» // Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Jelektronnyj istochnik] Rezhim dostupa: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cent_fo_2k-2023.pdf (data obrashhenija: 07.02.2025)

3. Analiticheskij portal FNS Rossii // Oficial'nyj portal FNS [Jelektronnyj istochnik] Rezhim dostupa: <https://analytic.nalog.gov.ru> (data obrashhenija: 07.02.2025)

4. Leonova O. V. Modelirovanie i prognozirovanie postuplenija nalogov v konsolidirovannyj bjudzhet po sub#ektam Rossijskoj Federacii // Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika, informatika. 2021. № 3. S. 62–72.

5. Alagaeva, K. Ju. Metodologicheskij analiz konceptual'nyh podhodov k ocenke nalogovogo potencijala regiona / K. Ju. Alagaeva, A. M. Pashaeva // Bjulleten' transportnoj informacii. – 2020. – № 10(304). – S. 8-13. – EDN LPXFNR.

6. Eliseeva I. I. Jekonometrika. Moskva: Jurajt, 2022. 449 s. Tekst: neposredstvennyj.