



## ЭКОНОМИКА

УДК 332.14

DOI: 10.18324/2224-1833-2024-3-9-20

### Системно-динамическая модель региональной экономической системы на примере Ненецкого автономного округа

О.И. Бабина<sup>1a</sup>, А.Ю. Чудновец<sup>2b</sup>, Н.А. Гончарова<sup>3c</sup>

<sup>1</sup> Юридический институт Сибирского федерального университета, пр. Свободный, 79, Красноярск, Россия

<sup>2</sup> Институт управления бизнес-процессами Сибирского федерального университета, ул. Академика Киренского, 26а, Красноярск, Россия

<sup>3</sup> Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

<sup>a</sup> babina62@yandex.ru, <sup>b</sup> achudnovets@sfu-kras.ru, <sup>c</sup> goncharova-n@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6138-8983>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6206-5470>,

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4231-0272>

Статья поступила 20.09.2024, принята 04.10.2024

Системно-динамическая модель региональной экономической системы представляет собой мощный инструмент для анализа и прогнозирования поведения различных экономических параметров во времени, учитывая их взаимосвязи. В случае Ненецкого автономного округа создание такой модели позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на экономическое развитие региона, а также оценить последствия различных политик и стратегий. Модель включает инструменты для симуляции различных политик, что дает возможность оценить возможные последствия и оптимально адаптировать действия руководства региона. Концептуальная модель социально-экономического развития Ненецкого автономного округа включает в себя модули. Эти модули взаимодействуют друг с другом, образуя динамическую систему, где изменение одного элемента может оказывать влияние на другие, что, в свою очередь, позволяет моделировать различные сценарии и разрабатывать стратегии для достижения устойчивого социально-экономического развития Ненецкого автономного округа. Интеграция этих модулей позволяет исследовать взаимосвязи между различными факторами и разработать более обоснованные стратегии развития. Прогнозирование на основе такой концептуальной модели поможет местным властям адаптироваться к изменениям и эффективно реагировать на вызовы. Это также способствует более устойчивому развитию и улучшению качества жизни жителей Ненецкого автономного округа. Модель реализована в системе имитационного моделирования Vensim 7.0 PLE. Арктическая зона Российской Федерации имеет свои уникальные характеристики, такие как климатические условия, демография и ресурсы. Важно учитывать эти аспекты при корректировке модели. Модель может быть адаптирована для изучения специфических тенденций, таких как влияние изменения климата на экономическую деятельность, миграцию населения и использование природных ресурсов. В заключение статьи отмечается, что предложенная модель и ее корректировки могут стать мощным инструментом для управления экономикой регионов, особенно в сложных и специфичных условиях Арктической зоны. Подход в рамках системной динамики не только улучшает понимание сложных взаимодействий в экономике, но и позволяет делать мотивированные прогнозы и принимать на их основе более обоснованные решения.

**Ключевые слова:** системная динамика; социально-экономическое развитие; региональная экономическая система; потоковый процесс; имитационная модель; Vensim 7.0.

### System-dynamic model of a regional economic system on the example of the Nenets Autonomous District

O.I. Babina<sup>1a</sup>, A.Yu. Chudnovets<sup>2b</sup>, N.A. Goncharova<sup>3c</sup>

<sup>1</sup> Law Institute, Siberian Federal University; 79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup> Institute of Business Process Management, Siberian Federal University; 26a, Academician Kirensky St., Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup> Bratsk State University, 40 Makarenko str., Bratsk, Russia

<sup>a</sup> babina62@yandex.ru, <sup>b</sup> achudnovets@sfu-kras.ru, <sup>c</sup> goncharova-n@mail.ru

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6138-8983>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6206-5470>.

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4231-0272>

Received 20.09.2024, accepted 04.10.2024

*The system-dynamic model of the regional economic system is a powerful tool for analyzing and predicting the behavior of various economic parameters over time, taking into account their relationships. In the case of the Nenets Autonomous District, the creation of such a model allows one to identify key factors affecting the economic development of the region, as well as assess the consequences of various policies and strategies. The model includes tools for simulating various policies, which makes it possible to assess the possible consequences and optimally adapt the actions of the regional leadership. The conceptual model of social and economic development of the Nenets Autonomous District includes modules. These modules interact with each other to form a dynamic system where changing one element can have an impact on others, which in turn allows different scenarios to be modeled and strategies to be developed to achieve sustainable social and economic development of the Nenets Autonomous District. The integration of these modules makes it possible to explore the relationships between different factors and develop more informed development strategies. Forecasting based on such a conceptual model will help local authorities adapt to change and respond effectively to challenges. It also contributes to more sustainable development and improved quality of life for residents of the Nenets Autonomous District. The model is implemented in Vensim 7.0 PLE simulation system. The Arctic zone of the Russian Federation has its own unique characteristics, such as climatic conditions, demography and resources. It is important to consider these aspects when adjusting the model. The model can be adapted to study specific trends, such as the impact of climate change on economic activity, population migration, and natural resource use. In conclusion, the proposed model and its adjustments can become a powerful tool for managing the economies of the regions, especially in the complex and specific conditions of the Arctic zone. The system dynamics approach not only improves the understanding of complex interactions in the economy, but also makes it possible to make more informed forecasts and make more informed decisions based on them.*

**Keywords:** system dynamics; socio-economic development; regional economic system; flow process; simulation model; Vensim 7.0.

**Введение.** Системно-динамическое моделирование представляет собой мощный инструмент для анализа и прогнозирования поведения сложных экономических систем, включая региональные системы. В контексте Ненецкого автономного округа применение такой модели может помочь понять динамику различных экономических и социальных факторов, влияющих на развитие региона [1; 5; 10]. Системно-динамическое моделирование становится важным инструментом для принятия обоснованных решений в управлении региональной экономической системой Ненецкого автономного округа. Рассмотрение множества факторов и их взаимосвязей позволит разработать более эффективные стратегии развития, минимизируя негативные последствия и оптимизируя использование ресурсов.

В данной работе исследуется практический пример системно-динамической модели региональной экономической системы Ненецкого автономного округа. Модель направлена на анализ взаимодействия материальных, финансовых и информационных потоков, что позволяет глубоко понять динамику экономических процессов в данном регионе. Представленная концептуальная модель включает в себя ключевые элементы и взаимосвязи между ними. Основное внимание уделяется анализу влияния различных факторов на экономическое развитие округа, таких как инвестиции, природные ресурсы, миграционные процессы и социальные аспекты. Системно-динамическая модель была реализована с использованием программного обеспечения Vensim 7.0 PLE. В процессе моделирования были проведены эксперименты, которые позволили выявить последствия различных сценариев. Результа-

ты этих экспериментов предоставляют полезные инсайты для принятия управленческих решений и разработки стратегий устойчивого развития Ненецкого автономного округа. Таким образом, представленная модель служит мощным инструментом для анализа и прогнозирования экономической динамики в регионе, позволяя принимать более обоснованные решения на уровне управления и прогнозирования.

**Объект и цель моделирования.** Ненецкий автономный округ — это уникальный и малонаселенный регион России, находящийся в северной части страны. Он выделяется своим географическим положением, так как большая часть его территории расположена за Полярным кругом, что создает особые климатические условия и природные особенности [7]. Округ имеет статус равноправного субъекта Российской Федерации, что подразумевает наличие у него собственной государственной власти. Это дает возможность управлять местными ресурсами и создавать условия для развития региона. Границы округа проходят по водоемам Северного Ледовитого океана и соседним регионам. На западе он граничит с Архангельской областью, на юге — с Республикой Коми, а на востоке — с Ямало-Ненецким автономным округом [9]. Ненецкий автономный округ также включает в себя небольшие поселения, такие как поселок Харута, что отражает его малую заселенность. Регион привлекает внимание благодаря своей уникальной культуре, экосистеме и традициям, связанным с коренными народами Севера, а также потенциальным ресурсам, включая полезные ископаемые и рыболовство.

Ненецкий автономный округ действительно представляет собой уникальную площадку для инвестиций благодаря своему обширному запасу углеводородов и стратегическому расположению [6]. Разработка Ненецкой опорной зоны в рамках Программы социально-экономического развития Арктической зоны может значительно способствовать экономическому росту и привлечению инвестиций, что, в свою очередь, будет содействовать развитию инфраструктуры и улучшению качества жизни местного населения.

Разработка системно-динамической модели социально-экономического развития Ненецкого автономного округа является важным шагом для более глубокого понимания его динамики и формирования эффективной государственной политики. Модель позволит исследовать как краткосрочные, так и долгосрочные последствия различных стратегий и решений, а также выявить возможные риски и возможности для устойчивого развития региона. Эта система анализа станет основой для обоснованных управленческих решений и позволит более эффективно распределять доступные ресурсы. Разработанная системно-динамическая модель социально-экономического развития Ненецкого автономного округа позволит решить следующие задачи:

1) прогнозировать основные показатели экономического развития региона, включая динамику регионального бюджета, ВРП;

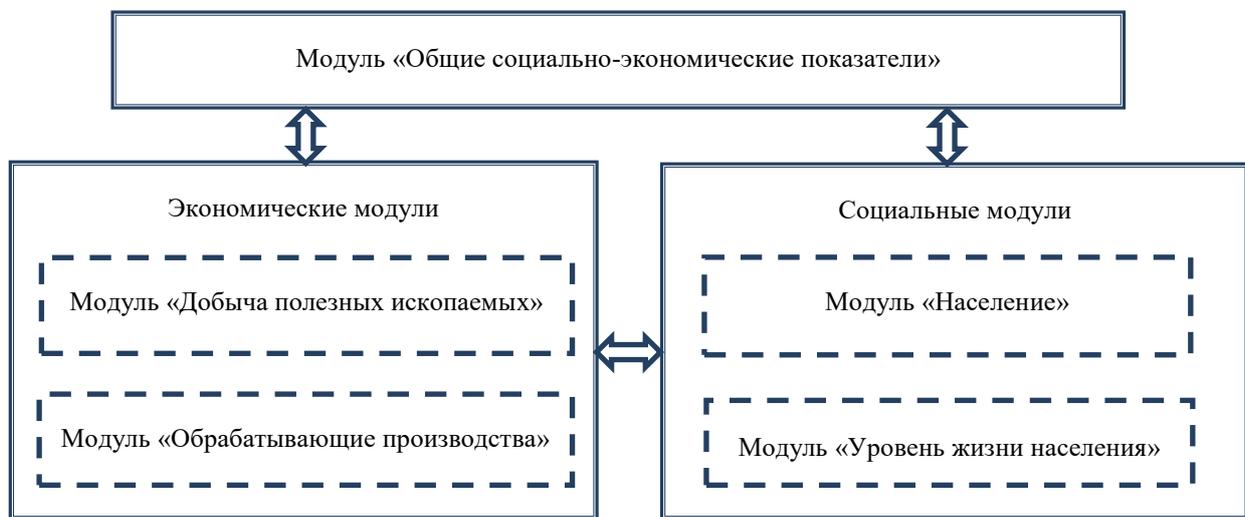
2) рассчитывать основные показатели социального развития региона, например, изменение среднедушевых расходов и доходов населения и др.;

3) анализировать основные показатели развития нефтегазового сектора региона;

4) получать многовариантные сценарные расчеты показателей дальнейшего социально-экономического развития региона.

Исследование основывается на анализе данных из различных официальных источников [2; 8], что обеспечивает его достоверность и актуальность. Применение имитационного моделирования в системе *Vensim 7.0 PLE* [11] также подчеркивает научный подход к изучению социально-экономического развития Ненецкого автономного округа. Это позволяет более точно предсказывать последствия различных управленческих решений и делать обоснованные рекомендации.

**Концептуальная модель социально-экономического развития Ненецкого автономного округа** включает в себя следующие модули: «Общие социально-экономические показатели»; «Население»; «Уровень жизни населения»; «Добыча полезных ископаемых»; «Обрабатывающие производства» (рис. 1).



**Рис. 1.** Основные модули системно-динамической модели Ненецкого автономного округа

*Модуль «Общие социально-экономические показатели».* В данном модуле рассчитывается совокупность показателей, характеризующих социально-экономическое развитие региона (региональный бюджет, ВРП и др.).

Региональный бюджет Ненецкого автономного округа на 2022 г. был принят по доходам в сумме 20 589 464,8 тыс. р. Плановые ассигнования по налоговым, неналоговым доходам регионального бюджета увеличены на сумму 6 218 849,0 тыс. р. за счет дополнительных доходов. Поступления из

федерального бюджета составили в общей сложности 4 489 279,6 тыс. р., включая дотации в размере 220 578,7 тыс. р., субсидии – 311 740,4 тыс. р., субвенции – 2 271,4 тыс. р. и иные межбюджетные трансферты – 3 954 689,1 тыс. р. Также зафиксированы безвозмездные поступления в бюджеты субъектов Российской Федерации от госкорпораций и Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства в размере 138 741,1 тыс. р., а также гранты от негосударственных организаций на сумму 6 800,0 тыс. р. В результате

добавления целевых средств на социально-экономическое развитие округа в сумме 210,0 тыс. рублей и поступлений от возврата остатков целевых средств прошлых лет в размере 119 598,6 тыс. р. финансовым органом были внесены изменения в план по доходам на общую сумму 450 903,7 тыс. р. и расходам на 157 474,4 тыс. р. без внесения изменений в закон о бюджете на 2022 г. в соответствии со ст. 217 и 232 Бюджетного кодекса Российской Федерации.

Модуль «Уровень жизни населения» предоставляет комплексный анализ различных социально-экономических параметров, которые влияют на качество жизни населения, включая уровень и структуру потребления, условия труда, степень удовлетворения социально-культурных потребностей, развитие сферы услуг и распределение свободного времени. Модуль позволяет исследовать взаимосвязь между этими параметрами и выявить ключевые аспекты, требующие внимания для улучшения жизни граждан.

Ненецкий автономный округ действительно показывает интересную экономическую ситуацию, где высокий среднедушевой доход населения контрастирует с низким рейтингом качества жизни. Это может быть связано с высокими ценами на товары и услуги. Высокий уровень прожиточного минимума и значительная доля людей с доходом ниже этого уровня подчеркивают эту проблему. По среднедушевому доходу населения Ненецкий автономный округ занимает 1-е место в стране, этот показатель составляет 70 тыс. р. При этом в Ненецком автономном округе наблюдается максимальный уровень прожиточного минимума — 19 120 р., 10 % населения имеют доход ниже прожиточного минимума.

Модуль «Население». В этом модуле рассчитываются величины, характеризующие изменение численности населения во времени (рост населения (темпы) и прирост населения (общего, естественного, миграционного)).

По данным Федеральной службы государственной статистики [8], Ненецкий автономный округ действительно имеет небольшую численность населения, и высокая концентрация жителей в столице Нарьян-Маре влияет на социально-экономическое развитие региона. Низкая плотность населения, составляющая всего 0,25 чел. на км<sup>2</sup>, может указывать на значительные территории, которые остаются малонаселенными. Это явление может быть связано с особенностями экономики округа, наличием природных ресурсов и условиями жизни. Интересно, как эти факторы будут развиваться в будущем и как могут повлиять на социальную инфраструктуру округа.

Высокая доля коренных малочисленных народов, таких как ненцы, действительно выделяет Ненецкий автономный округ на фоне других регионов России. Это подчеркивает важность сохра-

нения их культуры, языка и традиций в условиях глобализации и изменений, происходящих в обществе. Согласно переписи населения 2020 г., на территории округа проживало: русских — 66,1; ненцев — 19; коми — 9,0; украинцев — 2,4; белорусов — 0,7; татар — 0,5; азербайджанцев — 0,4; других национальностей — 2,3 %.

Ненецкий автономный округ демонстрирует уникальные демографические тенденции, обусловленные как высоким уровнем рождаемости, так и эффективной медицинской помощью, что способствует положительному естественному приросту. Также устойчивое население округа связано с особенностями его возрастной структуры, в которой преобладают молодые люди и коренные жители. Это создает баланс между количеством мужчин и женщин, что также способствует стабильности сообщества. В Ненецком автономном округе наблюдается сравнительно небольшая разница в доле населения мужчин и женщин, что может свидетельствовать о сбалансированном демографическом распределении. Увеличение средней ожидаемой продолжительности жизни мужчин также является положительным показателем и может быть связано с улучшением условий жизни и медицинской помощью. Важно продолжать исследовать факторы, способствующие этому улучшению.

Тем не менее, за последние 10 лет миграционные процессы в Ненецком автономном округе демонстрируют характерную тенденцию к снижению численности населения, так как количество убывающих превышает количество прибывающих. Основными направлениями миграции являются соседние регионы, такие как Архангельская область, Республика Коми и Санкт-Петербург. С учетом того, что ежегодно убывает более 1 тыс. чел., а общий объем миграционного обмена остается на уровне менее 2 % от общего населения округа, можно сделать вывод, что эти процессы оказывают значительное влияние на демографическую ситуацию в регионе. Стабильная миграция в Архангельскую область и другие перечисленные регионы свидетельствует о том, что жители Ненецкого автономного округа ищут более благоприятные условия для жизни и работы, возможно, в связи с экономическими и климатическими факторами. В будущем важно будет отслеживать динамику миграционных потоков и принимать меры для стимулирования притока населения в регион, что может включать развитие экономики, социальных услуг и инфраструктуры.

Население моложе трудоспособного возраста (например, до 15 лет в большинстве стран) составляет 24,5 %. Это означает, что почти четверть населения — это дети и подростки. Население в трудоспособном возрасте (обычно считается от 15 до 64 лет) составляет 57 %. Это основная категория для экономической активности, обеспечивающая

рабочую силу. Население старше трудоспособного возраста (обычно 65 лет и старше) составляет 18,5 %. Это количество людей, находящихся на пенсии или в более поздних стадиях жизни.

*Модуль «Добыча полезных ископаемых».* В Ненецком автономном округе ресурсный потенциал предоставляет значительные возможности для эффективного развития сектора добычи полезных ископаемых. Наличие крупных запасов углеводородного сырья в регионе создает условия для привлечения инвестиций и способствует улучшению инфраструктуры, что, в свою очередь, может повлиять на экономическое развитие округа в долгосрочной перспективе. Устойчивое использование этих ресурсов при правильном подходе может стать основой для создания рабочих мест и повышения жизненного уровня населения округа.

Ненецкий автономный округ занимает важное место в нефтегазовом секторе России благодаря своим обширным запасам углеводородов. По состоянию на 2023 г. в Ненецком автономном округе было учтено 97 месторождений (84 нефтяных, 6 нефтегазоконденсатных, 1 газонефтяное, 1 газовое, 5 газоконденсатных). Эти ресурсы не только способствуют экономическому развитию региона, но и играют ключевую роль в энергетической безопасности страны. Развитие инфраструктуры и создание рабочих мест в таких отраслях, как добыча и переработка полезных ископаемых, в свою очередь, способствует улучшению жизненного уровня местного населения. С учетом того, что округ также обладает запасами других минеральных ресурсов, таких как уголь, никель и золото, открываются дополнительные возможности для диверсификации экономики и инвестиций в различные секторы.

Регион играет значительную роль в экспорте сырой нефти и нефтяного газа, что подтверждается данными о крупнейших экспортёрах. Ключевые компании, такие как ООО «Башнефть-поллюс», ЗАО «Колвинское» и АО «ННКПечора-нефть», обеспечивают значительную долю экспортной выручки, что, в свою очередь, способствует экономическому развитию региона. С учетом обширных запасов нефти и газа, которые превышают 1 млрд т и 500 млн м<sup>3</sup> соответственно, можно ожидать дальнейшего роста в данной области.

Заметим, что в Ненецком автономном округе наблюдается высокая активность нефтяных компаний, многие из которых зарегистрированы в соседней Республике Коми. Это приводит к тому, что значительная часть налоговых поступлений уходит в бюджеты регионов, где компании зарегистрированы, а не остаются там, где фактически осуществляется добыча. Согласно приведенным данным, основными игроками на рынке нефти в Ненецком автономном округе являются ООО «Лукойл-Коми» — 32; ООО «РН-Северная нефть»

— 12; ООО «Зарубежнефть-добыча Харьяга» — 9; ООО «СК Русвѣтпетро» — 20; ООО «Газпром нефть шельф» — 13; ООО «Башнефть-Поллюс» — 13; прочие — 1 %. Таким образом, более половины (порядка 64 %) добычи приходится на компании, зарегистрированные в других регионах, что ставит под сомнение справедливость распределения налоговых поступлений между регионами. Это также может влиять на бюджетную политику Ненецкого автономного округа и его возможности для развития инфраструктуры, социальной сферы и других сфер жизнедеятельности населения. Важно отметить, что наличие значительного количества активов и инвестиций в регионе также влечет определенные позитивные эффекты, такие как создание рабочих мест, развитие местной экономики и инфраструктуры. Однако для повышения финансовой устойчивости региона необходимо рассмотреть варианты оптимизации распределения налоговых поступлений и поддержки местных инициатив.

В 2020 г. объем добычи нефти в Ненецком автономном округе составил 13,5 млн т. В 2021 г. наблюдалось небольшое снижение на 1,5 %, которое было обусловлено падением объемов производства у одной из ведущих компаний региона. Между тем, в период с 2014 по 2016 гг. добыча нефти возросла на 15 % благодаря вводу в эксплуатацию новых месторождений. В частности, планируется начать пробную эксплуатацию нефти на Южно-Торавейском нефтяном месторождении.

Ненецкий автономный округ демонстрирует цикличность в нефтедобыче. Снижение объемов производства после пиков можно объяснить различными факторами, включая экономические и экологические условия, а также изменения в политике и технологиях. При объеме добычи нефти, составившем 17,3 млн т в 2021 г. и всего 3,4 % от общего производства в России, округ остается важным, хотя и небольшим игроком на нефтяном рынке страны. Значительный потенциал неразработанных месторождений, составивший 742,7 млн т, свидетельствует о возможности увеличения добычи в будущем. Компания «Лукойл» играет ключевую роль в нефтедобывающей отрасли Ненецкого автономного округа, обеспечивая значительную долю в региональной добыче и управление важным экспортным терминалом. Накопленная добыча нефти и газа в округе подчеркивает его значимость как источника углеводородов для России. Экспорт через морской терминал «Варандей» также важен для дальнейшего развития экономики региона и обеспечения внешних поставок.

*Модуль «Обрабатывающие производства».* В данном модуле происходит моделирование переработки нефти и газа, представляющей собой совокупность физических и химико-технологических процессов на нефтегазоперерабатывающих заво-

дах с целью получения товарных нефтепродуктов

Нефть играет ключевую роль в современном мире, и ее переработка фундаментально влияет на экономику и повседневную жизнь людей. Продукты, получаемые из нефти, охватывают широкий спектр применения, начиная от транспортных горючих и заканчивая пластмассовыми изделиями, которые стали неотъемлемой частью нашей жизни. Важно отметить, что нефтяная промышленность продолжает развиваться, внедряя новые технологии для более эффективного использования ресурсов и снижения воздействия на окружающую среду. Чем больше мы понимаем значение нефти, тем яснее становится необходимость в поиске альтернативных источников энергии и устойчивых материалов.

Нефть является универсальным сырьем, которое находит применение в самых различных отраслях благодаря своей переработке. Процессы, связанные с переработкой нефти, позволяют извлекать и использовать множество продуктов, охватывающих широкий спектр потребностей, от

и полупродуктов для нефтехимической отрасли. Важно отметить, что утилизируются не только основные продукты, но и отходы, которые также находят свое применение, что способствует более эффективному использованию ресурсов.

**Системно-динамическая модель Ненецкого автономного округа в системе моделирования Vensim PLE** использует элементы системной динамики для отображения и анализа сложных взаимодействий между различными экономическими и социальными факторами [10]. Накопители представляют собой ключевые компоненты, которые отражают состояние запасов ресурсов, а потоки определяют изменения этих запасов во времени. Это позволяет исследовать различные сценарии и их воздействие на развитие региона, а также разрабатывать стратегии управления на основе полученных результатов. Модули реализованной системно-динамической модели показаны на рис. 2–6.

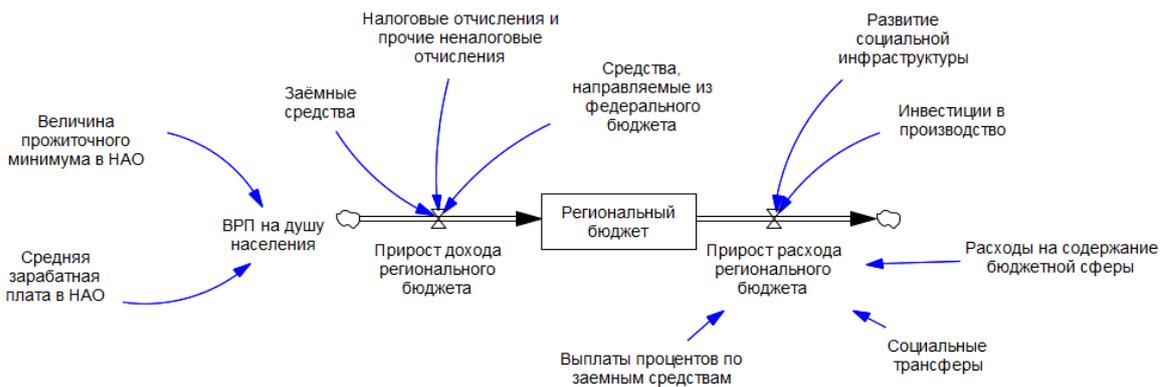


Рис. 2. Модуль «Основные социально-экономические показатели»

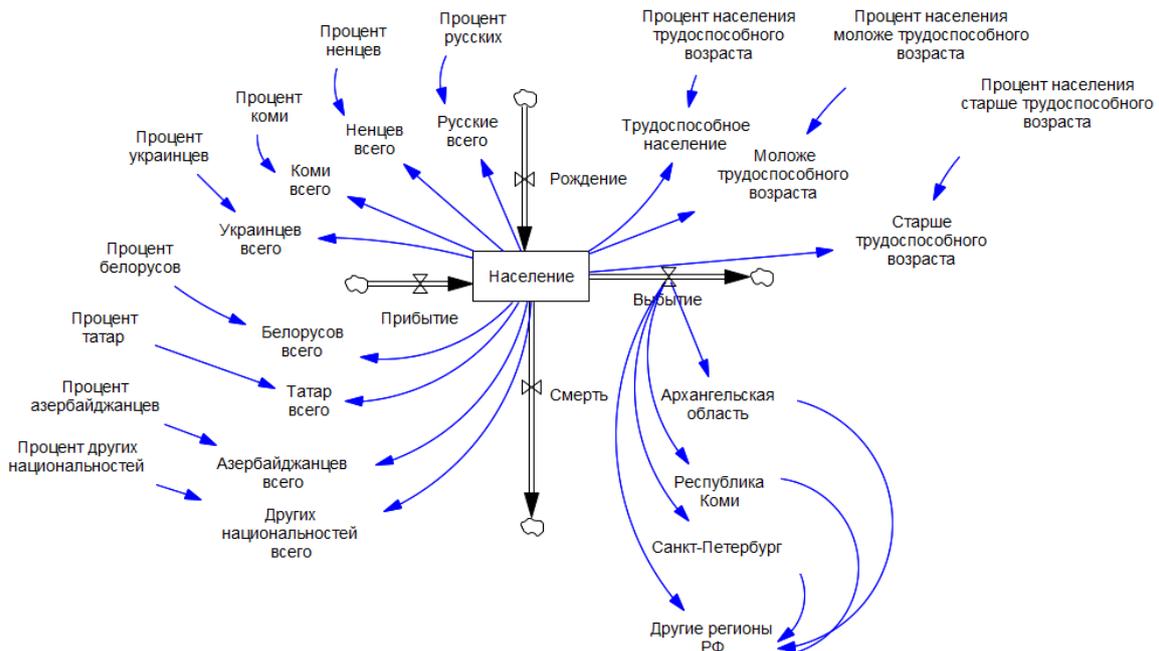


Рис. 3. Модуль «Население»

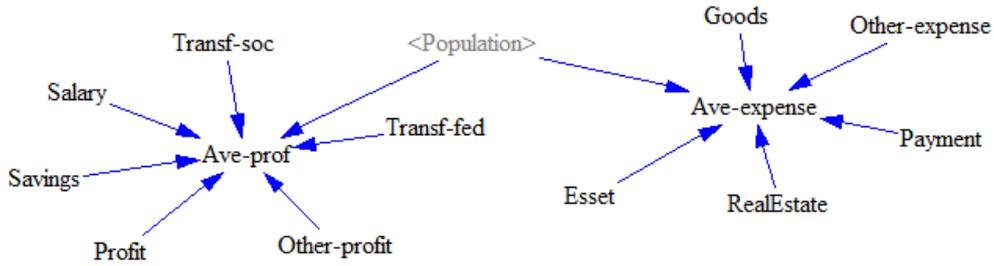


Рис. 4. Модуль «Уровень жизни населения»

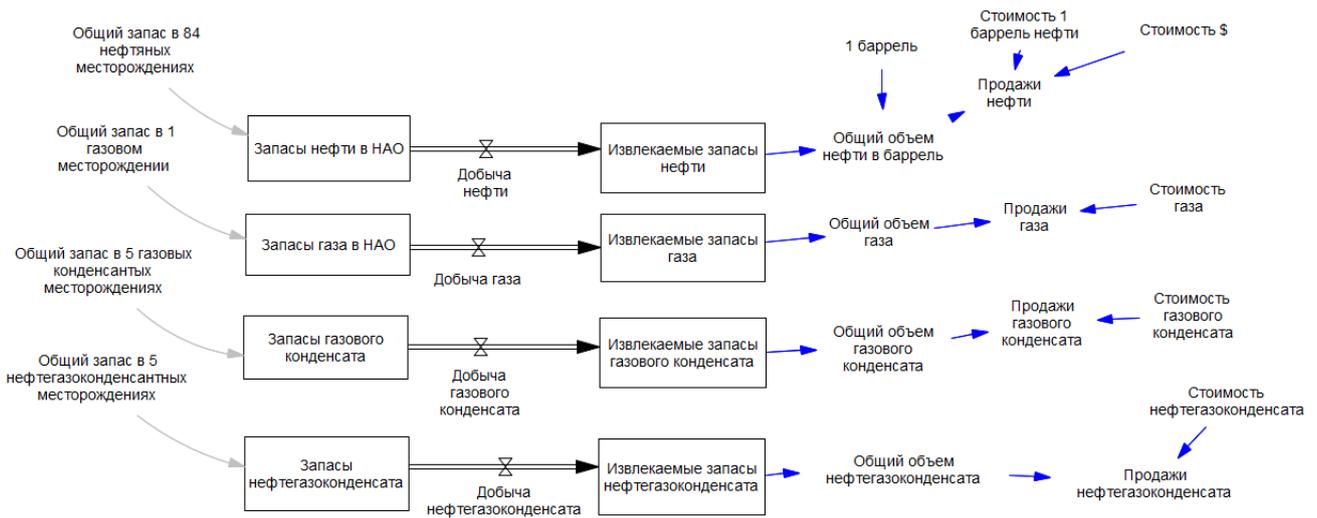


Рис. 5. Модуль «Добыча полезных ископаемых»

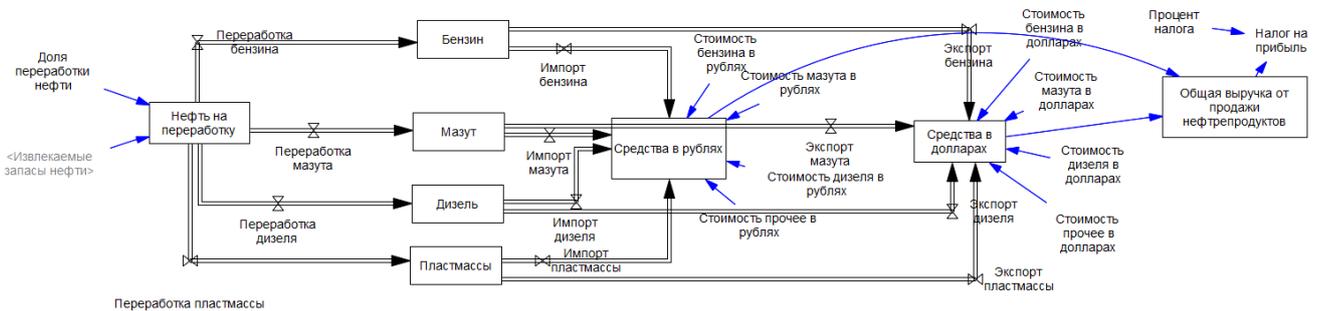


Рис. 6. Модуль «Обрабатывающие производства»

Системно-динамическая модель социально-экономического развития Ненецкого автономного округа можно представить в виде «черного ящика», где входные параметры, такие как цены на сырье, запасы сырья и налоговые отчисления, взаимодействуют с выходными показателями, такими как численность населения, региональный бюджет, ВРП на душу населения и др. Использование концепции «серого ящика» позволяет глубже понять внутренние процессы и связи, которые происходят в рамках этого экономического механизма. Важно осознавать, что взаимодействие между денежными и материальными потоками, а также связь через информационные потоки, создают комплексную систему, где содержание всех операций влияет на конечный результат развития округа.

В разработанной системно-динамической модели предусмотрена возможность варьирования

значениями параметров (рис. 8–10). Это позволяет анализировать различные варианты развития процессов в региональной системе. Сравнивая и оценивая эти варианты, исследователь получает полную картину процесса функционирования Ненецкого автономного округа. На рис. 8 представлен модуль управления населением округа, который позволяет варьировать численность смертности, рождения, количество прибывших и выбывших из региона и автоматически отображать результаты этих изменений на графике «Население».

На рис. 9 изображен модуль управления региональным бюджетом, с помощью которого исследователь может изменять размер развития социальной инфраструктуры, средств, выделяемых из федерального бюджета, социальных трансфертов и видеть результаты этих изменений на выходном графике «Региональный бюджет».

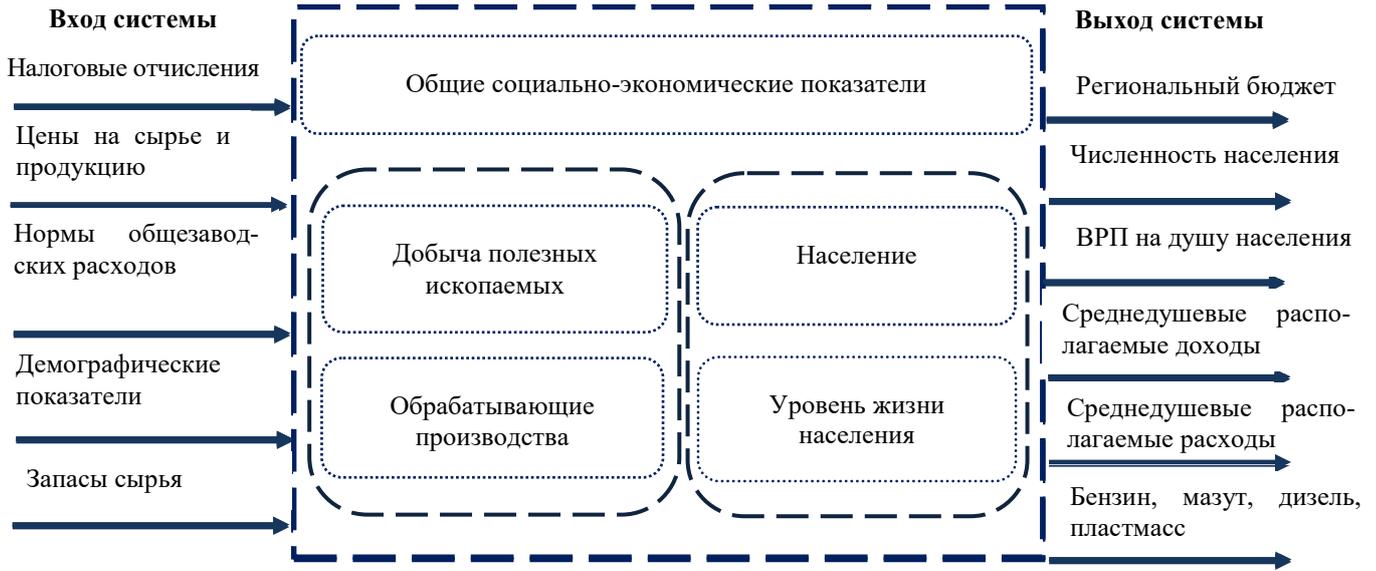


Рис. 7. Системно-динамическая модель социально-экономического развития Ненецкого автономного округа как «серый ящик»

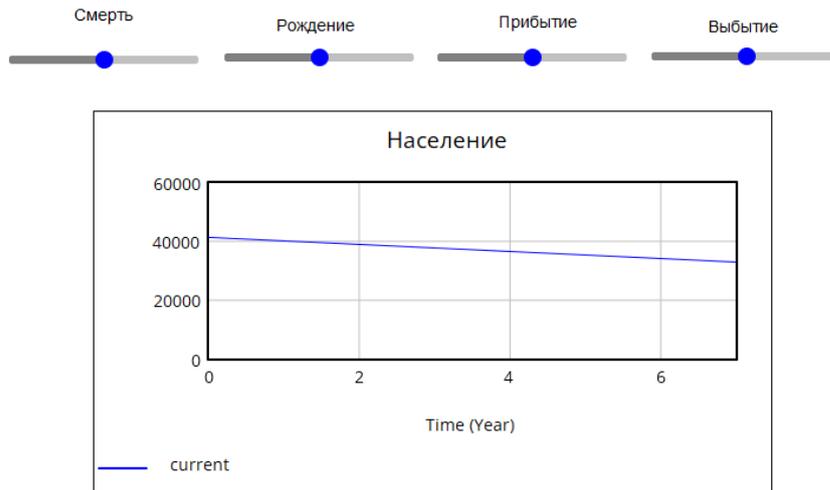


Рис. 8. Модуль управления населением Ненецкого автономного округа

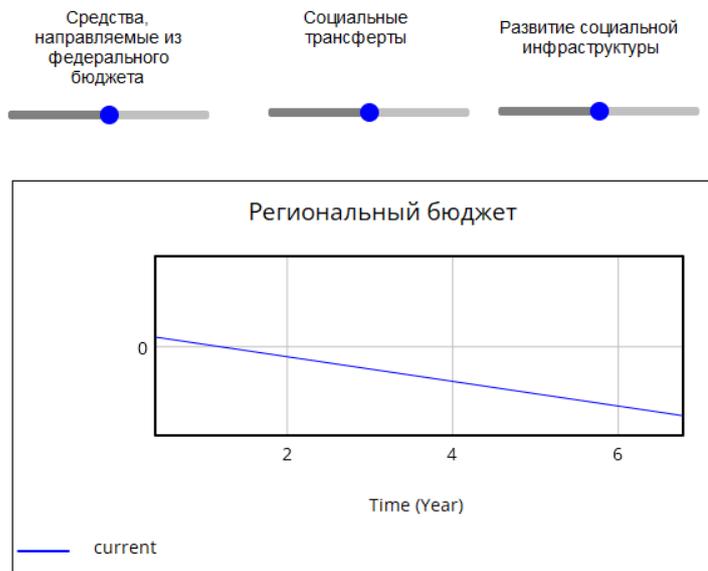


Рис. 9. Модуль управления региональным бюджетом Ненецкого автономного округа

На рис. 10 изображен модуль управления продажами нефтепродуктов, с помощью которого исследователь может изменять курс доллара за

баррель и видеть результаты этих изменений на выходном графике «Продажи».



Рис. 10. Модуль управления продажами нефтепродуктов Ненецкого автономного округа

**Результаты и выводы по системно-динамической модели.** Результаты компьютерного моделирования позволили выявить динамику ключевых экономических и социальных показателей, а также оценить влияние различных факторов на развитие региона в долгосрочной перспективе. Например, можно наблюдать за изменениями в численности населения и инвестициях в человеческий капитал, которые, в свою очередь, влияют на уровень заработной платы и расходы населения (см. таблицу). Эти данные могут послужить основой для выработки стратегий развития региона, направленных на оптимизацию расходов бюджета и улучшение качества жизни его жителей. В модели одна единица модельного времени равна одному году, длительность моделируемого процесса – 7 лет.

При увеличении стоимости закупки материалов в два раза график регионального бюджета, представленный на рис. 11, показывает, что измененный бюджет (*Current2*) демонстрирует снижение из-за увеличения издержек, что приводит к ухудшению финансовых показателей региона. Это может означать, что расходы превышают доходы, что, в конечном итоге, негативно отразится на финансовой устойчивости бюджета. В результате увеличения стоимости выпускаемой продукции на 50 %, как видно на рис. 12, региональный бюджет, скорее всего, покажет рост доходов, что может улучшить финансовое состояние региона. Однако важно учитывать, что это также может привести к увеличению издержек в некоторых секторах, что, в случае нерегулируемых цен, может вызвать инфляционные тенденции.

Таблица. Основные социально-экономические показатели развития экономики Ненецкого автономного округа

№	Показатель	Единицы измерения	Значения						
			2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.
<b>Блок «Общие социально-экономические показатели»</b>									
1	Численность населения:	чел.	41 344	40 144	38 944	37 744	36 544	34 144	32 944
	- русские		27 287	26 495	25 703	24 911	23 327	22 535	21 743
	- ненцы		7 855	7 627	7 399	7 171	6 943	6 743	6 259
	- украинцы		992	963	934	905	977	848	819
	- белорусы		289	281	272	264	255	247	239
	- татары		206	200	194	188	182	176	170
	- азербайджанцы		165	160	155	146	141	136	131
	- другие национальностей		992	963	905	977	848	819	790

№	Показатель	Единицы измерения	Значения							
			2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	2030 г.	
2	Среднегодовая численность занятых	чел.	23 566	22 882	22 198	21 514	20 830	20 146	19 452	
3	Среднедушевые денежные доходы в месяц	р.	95 800	96 800	105 500	11 000	123 000	134 500	140 800	
4	Потребительские расходы в среднем на душу населения в месяц	р.	45 800	46 900	47 300	48 900	51 800	53 600	55 400	
5	ВРП на душу населения	р.	3,43	3,46	3,8	3,9	4,03	4,05	4,48	
6	Региональный бюджет	млрд р.	20,5	21,3	22,6	23,5	24,5	25,5	26,5	
7	Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности:	млн т	- добыча нефти	118	120	130	150	160	200	250
			- добыча газа	120	150	190	210	220	240	250
			- добыча газового конденсата	20	25	29	31	35	39	40
			- добыча нефтегазового конденсата	130	150	180	210	210	250	260
8	Производство:	т	- бензин	200	250	300	370	430	490	500
			- мазут	120	130	150	180	210	250	270
			- дизель	130	150	170	190	210	250	260
			- пластмасс	350	370	430	480	510	530	570
9	Прибыль от продажи:	млн р.	- нефти	98	98	98	98	98	98	98
			- газа	66	66	66	66	66	66	66
			- газового конденсата	55	55	55	55	55	55	55
			- нефтегазового конденсата	45	53	45	45	45	47	45
10	Прибыль от продажи:	млн р.	- бензина	450	480	520	560	590	610	620
			- мазута	320	360	380	410	420	450	480
			- дизеля	220	260	280	290	320	340	350
			- пластмасс	450	460	470	480	550	570	580



Рис. 11. Результаты реализации первого эксперимента

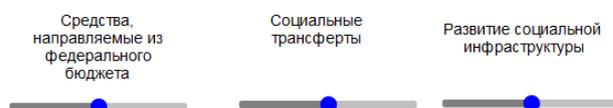


Рис. 12. Результаты реализации второго эксперимента

**Заключение.** Таким образом, в ходе выполнения работы построена системно-динамическая модель региональной экономической системы на примере Ненецкого автономного округа. Модель позволяет глубже понять взаимосвязи между различными аспектами экономики региона и разработать более эффективные стратегии его развития. Как следствие, это открывает возможности для предсказания экономических изменений и оптимизации управления ресурсами.

Описание различных экспериментов в системно-динамической модели Ненецкого автономного округа демонстрирует, как изменение различных факторов может влиять на социально-экономическое развитие региона. Четырехфакторный эксперимент позволяет понять, как демографиче-

ские процессы, такие как рождаемость и смертность, наряду с миграцией, влияют на население округа. Трехфакторный эксперимент фокусируется на влиянии финансовой поддержки и социальной инфраструктуры, что также имеет важное значение для благосостояния населения. Однофакторный эксперимент, сосредоточенный на цене на нефть, подчеркивает зависимость экономики округа от колебаний мировых цен на углеводороды.

Модель, с учетом необходимых модификаций, также может быть адаптирована для управления другими региональными системами Арктической зоны России.

#### Литература

1. Борщёв А.В. От системной динамики и традиционного имитационного моделирования - к практическим агентным моделям: причины, технологии, инструменты // Имитационное моделирование. Теория и практика. (ИММОД 2005): сб. докл. Первой Всерос. науч.-практической конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и пром-сти (19-21 окт. 2005 г.). СПб.: ФГУП ЦНИИ технологии судостроения, 2003. С. 19-27.
2. Департамент финансов и экономики Ненецкого автономного округа. 2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://dfei.adm-nao.ru/byudzhethnaya-otchetnost/> (дата обращения: 14.11.2023).
3. Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н., Ловягин К.Д. Ненецкий автономный округ: территория парадоксов: моногр. Екатеринбург: Издательские решения, 2022. 234 с.
4. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. 496 с.
5. Нейлор Т.М. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. М.: Мир, 1975. 501 с.
6. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации»: постановление Правительства РФ от 30 марта 2021 г. № 484 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/> (дата обращения: 18.08.2023).
7. Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Ненецкого автономного округа на перспективу до 2030 года: постановление Собрания депутатов Ненецкого автономного округа от 22 июня 2010 года № 134-сд [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561620008> (дата обращения: 07.08.2023).
8. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ненецкому автономно-

- му округу [Электронный ресурс]. URL: <https://29.rosstat.gov.ru/ofstatistics111> (дата обращения: 14.11.2023).
9. Устав ненецкого автономного округа: постановление от 11 сент. 1995 года № 24 [Электронный ресурс]. URL: <https://adm-nao.ru/informaciya-oenecckom-avtonomnom-okruga/ustav-neneckogo-avtonomnogo-okruga/> (дата обращения: 07.08.2023).
  10. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / пер. с англ. Д.М. Гвишиани. М.: Прогресс, 1971. 340 с.
  11. Vensim [Электронный ресурс]. URL: <https://vensim.com/> (дата обращения: 14.11.2023).

#### References

1. Borshchyov A.V. From system dynamics and traditional simulation - to practical agent models: causes, technologies, tools // Imitacionnoe modelirovanie. Teoriya i praktika. (IMMOD 2005): sb. dokl. Pervoj Vseros. nauch.-prakticheskoy konf. po imitacionnomu modelirovaniyu i ego primeneniyu v nauke i prom-sti (19-21 okt. 2005 g.). SPb.: FGUP CNII tekhnologii sudostroeniya, 2003. P. 19-27.
2. Department of Finance and Economics of the Nenets Autonomous Area. 2023 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://dfei.adm-nao.ru/byudzhethnaya-otchetnost/> (data obrashcheniya: 14.11.2023).
3. Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N., Lovyagin K.D. Nenets Autonomous Area: Territory of Paradoxes: monogr. Ekaterinburg: Izdatel'skie resheniya, 2022. 234 p.
4. Katalevskij D.Yu. Fundamentals of simulation and system analysis in management. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Izdatel'skij dom «Delo» RANHiGS, 2015. 496 p.
5. Nejlор T.M. Machine simulation experiments with models of economic systems. M.: Mir, 1975. 501 p.
6. On approval of the state program of the Russian Federation "Social and economic development of the Arctic zone of the Russian Federation": postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30 marta 2021 g. № 484 [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/> (data obrashcheniya: 18.08.2023).

7. On approval of the Strategy for the social and economic development of the Nenets Autonomous Area for the future until 2030: postanovlenie Sobraniya deputatov Neneckogo avtonomnogo okruga ot 22 iyunya 2010 goda № 134-sd [Elektronnyj resurs]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561620008> (data obrashcheniya: 07.08.2023).
8. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Nenets Autonomous Area [Elektronnyj resurs]. URL: <https://29.rosstat.gov.ru/ofstatistics111> (data obrashcheniya: 14.11.2023).
9. Charter of the Nenets Autonomous Area. Adopted by the meeting of deputies of the Nenets Autonomous Area: postanovlenie ot 11 sent. 1995 goda № 24 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://admao.ru/informaciya-o-neneckom-avtonomnom-okruga/ustav-neneckogo-avtonomnogo-okruga/> (data obrashcheniya: 07.08.2023).
10. Forrester Dzh. Fundamentals of Enterprise Cybernetics (Industrial Dynamics) / per. s angl. D.M. Gvishiani. M.: Progress, 1971. 340 p.
11. Vensim [Elektronnyj resurs]. URL: <https://vensim.com/> (data obrashcheniya: 14.11.2023).