

**ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ
ПЕНСИОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ СТРАТИФИКАЦИИ****Ю.А. Морозова, Н.Н. Лычкина (Москва)**

Проблематика совершенствования экспертно-аналитической работы в государственном управлении. Для эффективной деятельности органов государственной власти требуется просчитывать последствия принимаемых решений, разрабатывать долгосрочные антикризисные программы с учетом изменения внешней среды, обосновывать национальные и отраслевые проекты. Возрастающие объемы информации, сложность и многослойность проблематики, участие экспертов в подготовке и принятии согласованных решений приводят к необходимости совершенствования инструментария экспертно-аналитической работы на основе комплекса компьютерных моделей.

Одной из важнейших составляющих государственного управления является выработка стратегии развития пенсионной системы Российской Федерации. В условиях отсутствия полнофункциональных аналитических решений для комплексного анализа и поиска эффективных сценариев развития в этой сфере актуальной задачей является разработка комплекса компьютерных динамических моделей пенсионной системы Российской Федерации, адаптированных к современным экономическим реалиям и специфике российских условий, задачам управления и совершенствования функционирования пенсионной системы РФ, позволяющего органам государственной власти формировать консолидированный сценарий развития пенсионной системы РФ.

Базовые представления стратифицированного описания пенсионной системы. Реализация компьютерной модели сложной социально-экономической системы связана с созданием комплекса взаимосвязанных математических и имитационных моделей с развитыми информационными и динамическими связями между ними. Упрощает эту реализацию стратифицированное описание модельного комплекса.

Стратификация предполагает выделение различных уровней представления (страт) моделируемой системы, каждое из которых раскрывает определенный ее аспект, что позволяет поддерживать работу системного аналитика, выполняющего структуризацию и моделирование социально-экономической системы. Построение стратифицированного описания связано с решением задач предмодельного анализа исследуемой проблемы, служит итогом содержательной проработки исходной базы процесса моделирования.

Использование техники графического описания структур моделируемых систем позволяет стратификации выступать в качестве языкового средства общения и взаимодействия, обеспечивающего прямое участие эксперта в процедурах формирования модели и проведения экспертных ревизий и сценарного исследования на полученной модели.

Стратифицированное описание комплекса компьютерных моделей служит основой для разработки соответствующей машинной технологии в СППР и кладется в основу формирования баз данных и знаний. С точки зрения технологии системного моделирования, поддерживается разработка отдельных подмоделей, между которыми устанавливается информационное взаимодействие на основе формируемых показателей и промежуточных переменных моделей, для которых в хранилище данных СППР организуются соответствующие структуры данных.

Анализ работ в области системного моделирования позволил выделить представления (страты) социально-экономической системы: семантическое, потоковое, структурно-функциональное, алгоритмическое и информационное. На основе выделенных представлений выполнена разработка комплекса компьютерных моделей пенсионной системы.

Семантическое представление – представление моделируемой системы в виде сети объектов, имеющих семантические (логические) связи друг с другом, – используется для предмодельной проработки предметной области и поддержки вербального описания, позволяет установить базовую логическую структуру исследуемой системы. Методологией семантического представления служат онтологии, инструментальной базой являются языки онтологического моделирования. Разработанное семантическое представление пенсионной системы РФ описывает логические взаимосвязи основных объектов пенсионной системы: распределительный и накопительный компоненты пенсионной системы, разрешенные активы для инвестирования средств пенсионных накоплений, застрахованные лица и виды трудовых пенсий.

Потоковое представление – это взгляд на систему как на совокупность потоков различной природы (денежных, людских, материальных и других). Потокое представление применяется при формировании сети потоков системно-динамических моделей. Отдельные объекты потокового представления могут интерпретироваться как накопители системно-динамической модели. При разработке комплекса компьютерных моделей пенсионной системы сформировано потоковое представление, позволившее определить состав и направление движения основных финансовых потоков в рамках системы формирования трудовой пенсии через Пенсионный фонд Российской Федерации (ПФР) и негосударственные пенсионные фонды (НПФ).

Структурно-функциональное представление – представление системы в виде иерархии взаимосвязанных подсистем – отображает декомпозицию ее подсистем, начиная с верхнего уровня и заканчивая нижним уровнем, что позволяет выявить базовую структуру и функции исследуемой системы. В работе сформировано структурно-функциональное представление пенсионной системы, содержащее декомпозицию и взаимосвязи подсистем «Население», «Управляющие компании», «Пенсионные фонды», «Страхователи», «Пенсионное законодательство», «Финансовый рынок». На рис. 1 приведен верхний уровень структурно-функционального представления пенсионной системы.

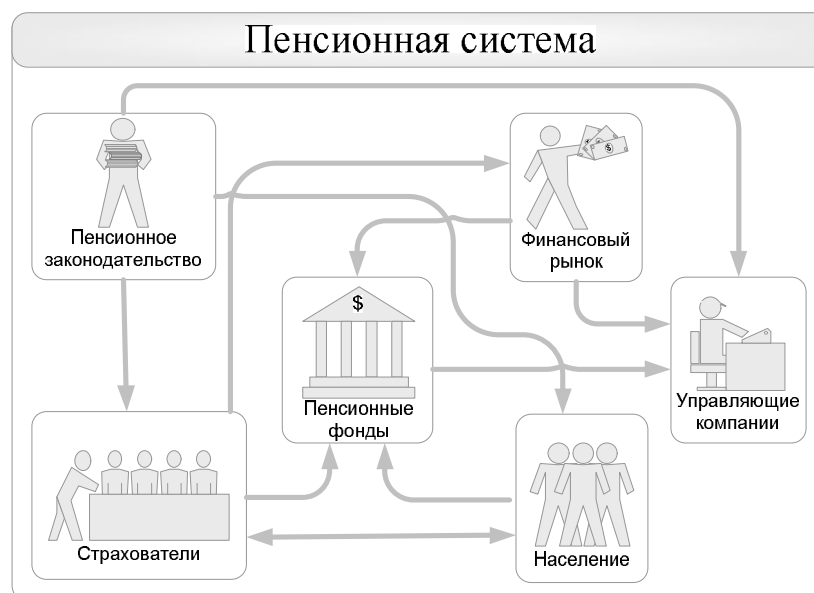


Рис. 1. Верхний уровень структурно-функционального представления пенсионной системы

Алгоритмическое представление является нижним уровнем структурно-функционального представления и служит для детализации и алгоритмизации выделен-

ных моделируемых процессов. В качестве техники построения, применяемой при формировании нотаций алгоритмического представления моделируемой системы, используются системные потоковые диаграммы, диаграммы причинно-следственных связей, диаграммы состояний агентов, диаграммы действий, элементы когнитивного и нейросетевого моделирования и другие.

Информационное представление предназначено для отображения данных о системе и основано на иерархии описывающих ее показателей, сгруппированных по подсистемам, выделенным в структурно-функциональном представлении, и связанных с соответствующими объектами алгоритмического представления.

Формирование сценариев развития социально-экономической системы на основе ее морфологической модели. При формировании сценариев развития пенсионной системы необходимо учитывать не только параметрические, но и структурные изменения системы. Для этого предлагается использовать морфологическую модель. Морфологическая модель строится на основе структурно-функционального деления системы на подсистемы и представляет собой таблицу, в которой для каждой из подсистем указываются различные варианты ее реализации, из которых формируется множество конфигураций исследуемой системы и сценариев ее развития. Каждая комбинация реализаций подсистем представляет один из сценариев развития моделируемой системы. Некоторые возможные сценарии развития пенсионной системы: выплата базовой части пенсии после окончания работы, применение эквивалентной формулы расчета пенсии, применение стажево-заработковой формулы расчета пенсии, добровольный накопительный компонент, перевод льготных категорий застрахованных в добровольное страхование и др.

Комплекс компьютерных моделей пенсионной системы Российской Федерации, разработанный на основе стратификации, предназначен для формирования консолидированного сценария развития пенсионной системы, обеспечивающего достижение целевых значений среднего размера трудовой пенсии и коэффициента замещения заработной платы пенсией при сохранении бюджетобеспеченности Пенсионного фонда Российской Федерации и включающего меры по совершенствованию пенсионной системы в области тарифной политики, индексации пенсии, определения пенсионного возраста, формулы расчета пенсии и др.

Для решения этой задачи при моделировании детализируются следующие процессы и учитываются следующие факторы:

- характеристики пенсионного законодательства;
- процессы естественного движения и миграции населения, с учетом социальных характеристик застрахованных лиц, от которых зависит размер трудовой пенсии;
- поведение застрахованных лиц в части выбора инвестиционного портфеля и управляющей компании;
- процесс управления средствами страховых взносов Пенсионным фондом Российской Федерации (ПФР) и негосударственных пенсионных фондов (НПФ);
- деятельность работодателей по отраслям с учетом льготных категорий страхователей и количества занятых у них лиц;
- процесс управления пенсионными накоплениями государственной (ГУК) и частными управляющими компаниями (ЧУК) в зависимости от состояния финансового рынка и нормативных ограничений к долям финансовых активов в инвестиционном портфеле.

В соответствии со структурно-функциональным представлением в комплексе алгоритмических моделей выделены взаимосвязанные подсистемы, в процессе декомпозиции которых описана и программно реализована 51 подсистема на 4 уровнях иерархии. При создании модельного комплекса применялись парадигмы и методы имитационного моде-

лирования: системная динамика и многоагентное моделирование и их различные комбинации.

В подсистеме «Население» описаны процессы формирования потребности в пенсионном обеспечении (население пенсионного возраста) и ресурсов для его обеспечения (страховые взносы за работающее население). Общие закономерности естественного движения населения и миграция описываются системно-динамической моделью, дополненной агентной моделью, в которой застрахованные лица рассматриваются как индивиды, обладающие поведением и свободой выбора, в том числе свободой выбора способа формирования накопительной части пенсии. В агентной модели детализированы стороны жизнедеятельности человека, затрагивающие проблемы пенсионного обеспечения и соответствующие блокам имитационной модели: «Трудовая деятельность», «Место жительства», «Семья», «Здоровье», «Формирование пенсионных прав», «Выбор способа формирования накопительной части», «Назначение пенсии».

На основе методов и моделей системной динамики в подсистеме «Страхователи» описывается динамика показателей деятельности работодателей по отраслям: объем выпуска товаров и услуг, средняя заработная плата, страховые взносы, стоимость основных фондов, инвестиции в основные фонды, численность занятых в отрасли, характеристики занятости – доля занятых в тяжелых и вредных условиях труда, доля самозанятых.

Системно-динамическая модель «Пенсионные фонды» разработана на основе потоковых представлений и описывает структуру и динамику доходов и расходов пенсионной системы. В блоке «ПФР» моделируются процессы поступления страховых взносов от страхователей в Пенсионный фонд Российской Федерации, их передачи в соответствии с решениями застрахованных лиц в управляющие компании, негосударственные пенсионные фонды, выплаты пенсий пенсионерам и их правопреемникам. Динамика показателей, определяющих финансовое состояние негосударственных пенсионных фондов (стоимость чистых активов, расходы по инвестированию, доходность инвестиционного портфеля), и процесс управления ими пенсионными накоплениями задается в блоке «НПФ».

Алгоритмы и механизм формирования пенсии в зависимости от тарифных ставок, принятой формулы расчета пенсии, социальных характеристик пенсионера, а также нормативные регуляторы инвестирования средств пенсионных накоплений в соответствии с действующим законодательством описываются в подсистеме «Пенсионное законодательство».

В подсистеме «Управляющие компании» моделируется деятельность государственной и частных управляющих компаний по инвестированию пенсионных накоплений, в том числе формирование инвестиционного портфеля, состоящего из активов, в которые разрешается инвестировать средства пенсионных накоплений. Системная потоковая диаграмма «ГУК» описывает структуру инвестиционных портфелей, динамику стоимости чистых активов, расходов инвестирования, вознаграждения за управление средствами пенсионных накоплений государственной управляющей компании. Структура инвестиционных портфелей управляющих компаний ограничивается нормативными долями финансовых активов, которые задаются в подсистеме «Пенсионное законодательство». Доходность инвестиционных портфелей определяется в соответствии с доходностью финансовых активов, динамически формируемых в подсистеме «Финансовый рынок».

Деятельность частных управляющих компаний построена аналогично, за исключением того, что для НПФ предусмотрены один совокупный инвестиционный портфель, а также передача средств пенсионных накоплений из ПФР и НПФ.

Потоковые диаграммы подсистемы «Финансовый рынок» задают структуру и динамику финансовых активов, в которые управляющими компаниями инвестируются средства пенсионных накоплений: государственные ценные бумаги, корпоративные ценные

бумаги, ипотечные ценные бумаги, международные ценные бумаги, депозиты, денежные средства на счетах. Учитывается влияние на доходность финансовых активов таких факторов, как профицит бюджета, ставка рефинансирования, ставка вклада до востребования, курс доллара США, цена на нефть, прибыль российских организаций, средняя заработная плата, индекс цен на жилье, дюрация казначейских облигаций США, индекс Dow Jones.

Параметризация динамических моделей произведена с помощью методов регрессионного анализа статистических данных о пенсионной системе РФ. Идентифицированы следующие переменные: темпы миграции и смертность по трем возрастным группам населения, коэффициенты линейной регрессии в уравнениях, определяющих динамику числа занятых, инвестиций, основных фондов, коэффициенты производительности занятых и основных фондов, доли вознаграждения в доходах от инвестирования, доли расходов в стоимости чистых активов управляющих компаний, дюрация ценных бумаг – подтверждена адекватность, чувствительность полученных математических моделей.

Разработанный комплекс алгоритмических моделей пенсионной системы Российской Федерации программно реализован в среде системы многоподходного имитационного моделирования Anylogic. В рамках описываемого исследования были проведены испытания комплекса алгоритмических моделей, сценарные исследования и интерпретированы полученные результаты.

Выводы. Стратификация упрощает реализацию комплекса взаимосвязанных компьютерных моделей и служит основой для формирования баз данных и баз знаний системы поддержки принятия решений. Базовыми представлениями стратифицированного описания социально-экономической системы являются: семантическое, структурно-функциональное, алгоритмическое и информационное представления. Перечень представлений стратифицированного описания может быть дополнен. Предложенные единые методологические подходы и унифицированные графические нотации формирования стратифицированного описания и компьютерных моделей позволяют поддерживать процесс ведения экспертных ревизий при структуризации проблемной ситуации.

На основе предложенного стратифицированного описания выполнена структуризация моделируемой пенсионной системы и разработан и программно реализован комплекс новых имитационных моделей пенсионной системы, предназначенный для анализа и формирования сценариев ее развития.

Методика формирования программы сценарного исследования комплекса компьютерных моделей социально-экономической системы с помощью морфологической модели, основанная на комбинировании различных вариантов функционирования подсистем, выделенных в структурно-функциональной модели, позволяет учесть структурные изменения в сценариях развития социально-экономической системы. Подготовленные экспертами сценарии апробируются при проведении динамического компьютерного сценарного анализа на разработанных имитационных моделях.

Литература

1. **Lychkina N.N., Morozova Y.A., Shults D.N.** Stratification of Socio-economic Systems Based on the Principles of the Multi-modeling in a Heterogeneous Information-analytical Environment // 2nd. International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics, Orlando, Florida, USA: International Institute of Informatics and Cybernetics, March 27th – 30th, 2011. p. 97-100.
2. **Lychkina N.N., Morozova Y.A.** et al. Social Sphere Modeling Based on System Dynamics Methods // 29th International Conference of the System Dynamics Society, Washington DC, USA, July 24th–28th, 2011.

-
3. **Лычкина Н.Н.** Имитационное моделирование экономических процессов: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 254 с. – (Высшее образование).
 4. **Лычкина Н.Н., Морозова Ю.А.** Мультимодельный комплекс пенсионной системы как инструмент решения задач реформирования в социальной сфере // Вестник университета. – М.: ГУУ. – 2011. – № 15. – С. 187–192.
 5. **Морозова Ю.А.** Информационно-аналитическая поддержка принятия государственных решений в пенсионной сфере на основе комплекса имитационных моделей // РИСК. – М.: 2011. – № 4. – С. 566–574.
 6. **Лычкина Н.Н., Морозова Ю.А.** Имитационное моделирование социальной сферы. – Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 388 с.
 7. **Лычкина Н.Н., Морозова Ю.А.** Комплекс имитационных моделей пенсионной системы Российской Федерации // XIII Апрельская международная науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. – М.: НИУ ВШЭ, 2012. – С. 409–417.
 8. **Лычкина Н.Н., Морозова Ю.А.** Стратификация как основа инженерии технологий компьютерной поддержки принятия государственных решений в пенсионной сфере // Бизнес-информатика. – М.: 2012. – № 2 (20). – С. 20–28.
 9. **Лычкина Н.Н., Морозова Ю.А.** Динамическое моделирование процессов развития пенсионной системы // Прикладная информатика. – М. – 2013. – № 3 (45). – С. 20–28.