

Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>
Выпуск 6 (25) 2014 ноябрь – декабрь <http://naukovedenie.ru/index.php?p=issue-6-14>
URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/152TVN614.pdf>
DOI: 10.15862/152TVN614 (<http://dx.doi.org/10.15862/152TVN614>)

УДК 51.76:517.22:004.838:007

Аль-Азази Амин Ахмед

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»
Россия, Тверь¹
Аспирант
E-mail: aminshic@yahoo.com

Абу-Абед Фарес Надимович

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»
Россия, Тверь
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: aafares@mail.ru

Система поддержки принятия решений региональной противоэпидемической службы

¹ 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, 22.

Аннотация. Сохранение и укрепление здоровья населения — важная социально-экономическая проблема, важным аспектом которой является снижение уровня инфекционной заболеваемости. В решении этой задачи предупредительные меры имеют ключевое значение. Прогнозная оценка динамики распространения инфекционных заболеваний позволяет разработать и применить адекватные меры противодействия, обеспечить рациональное использование материальных ресурсов.

По данным Росстата за 5 последних лет число случаев ВИЧ-инфекции в Российской Федерации увеличилось практически в 2 раза. Непосредственной причиной смерти больных на поздних стадиях ВИЧ-инфекции является туберкулез (62%).

Качественный прогноз распространения заболевания достижим только на основе адекватных математических моделей. Традиционные модели распространения заболеваний основаны на допущениях, делающих результаты прогнозирования с их помощью недостаточно точными. Последние достижения в области математического и имитационного моделирования дают возможность устранить этот недостаток. В связи с увеличением случаев туберкулеза среди больных ВИЧ-инфекцией, является актуальной разработка систем поддержки принятия решений, ориентированных на решение практических задач управления противоэпидемической работой, таких как оценка стратегий распределения материальных ресурсов в системах управления эпидемической ситуацией по коэпидемии туберкулеза-ВИЧ.

Ключевые слова: имитационное моделирование; системно-динамическое моделирование; эпидемическая ситуация; система поддержки принятия решений; туберкулёз; СПИД; модель; ВИЧ; анализ; стратегия; Anylogic.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Аль-Азази Амин Ахмед, Абу Абед Фарес Надимович Система поддержки принятия решений региональной противоэпидемической службы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 2014. № 6
<http://naukovedenie.ru/PDF/152TVN614.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI:
10.15862/152TVN614

Сохранение и укрепление здоровья населения — важная социально-экономическая проблема, важным аспектом которой является снижение уровня инфекционной заболеваемости. В решении этой задачи предупредительные меры имеют ключевое значение. Прогнозная оценка динамики распространения инфекционных заболеваний позволяет разработать и применить адекватные меры противодействия, обеспечить рациональное использование материальных ресурсов.

По данным Росстата за 5 последних лет число случаев ВИЧ-инфекции в Российской Федерации увеличилось практически в 2 раза. Непосредственной причиной смерти больных на поздних стадиях ВИЧ-инфекции является туберкулез (62%)[9].

Качественный прогноз распространения заболевания достижим только на основе адекватных математических моделей. Традиционные модели распространения заболеваний основаны на допущениях, делающих результаты прогнозирования с их помощью недостаточно точными. Последние достижения в области математического и имитационного моделирования дают возможность устранить этот недостаток. В связи с увеличением случаев туберкулеза среди больных ВИЧ-инфекцией, является актуальной разработка систем поддержки принятия решений, ориентированных на решение практических задач управления противоэпидемической работой, таких как оценка стратегий распределения материальных ресурсов в системах управления эпидемической ситуацией по коэпидемии туберкулеза-ВИЧ.

В работе [6] описывается предложенная авторами системно-динамическая модель распространения коэпидемии туберкулеза-ВИЧ, граф переходов которой представлен на рис 1. В таблице 1 приведено описание параметров модели.

Таблица 1

Описание параметров предложенной модели [6]

параметр	Описание
S	Группа здоровых восприимчивых к заболеванию
If	Группа инфицированных с быстрым прогрессом заболевания
Is	Группа инфицированных с медленным прогрессом заболевания
Ta+	Группа невыявленных больных с бактериовыделением
Ta-	Группа невыявленных больных без бактериовыделения
Tat	Группа выявленных больных
Tn	Группа неактивного туберкулеза
α	Вероятность заболевания в группе с быстрым прогрессом
λ	Вероятность инфицирования здорового члена популяции
γ	Вероятность заболевания в группе с медленным прогрессом
ϵ	Вероятность самопроизвольного выздоровления больных
ζ	Вероятность самопроизвольного прекращения бактериовыделения
μ	Вероятность естественной смерти
μ_t	Вероятность смерти от туберкулеза
μ_{hiv}	Вероятность смерти от СПИДА
ρ	Вероятность самовольного прекращения лечения туберкулеза
ν_a	Вероятность активного выявления случая туберкулеза
ν_p	Вероятность пассивного выявления случая туберкулеза
χ	Вероятность эффективного лечения
ω	Вероятность рецидива активного туберкулеза у выздоровевших
b	Доля больных туберкулезом с бактериовыделением среди заболевших из группы If
c	Доля больных туберкулезом с бактериовыделением среди заболевших из группы Is
e	Доля больных туберкулезом с бактериовыделением среди прекративших лечение
П	Скорость появления новых восприимчивых к популяциям
f	Доля больных туберкулезом с бактериовыделением среди случаев рецидива
p	Доля лиц с быстрым прогрессом инфекции среди Инфицированных
$\sigma_{1,2,3}$	Вероятность инфицирования СПИДОМ

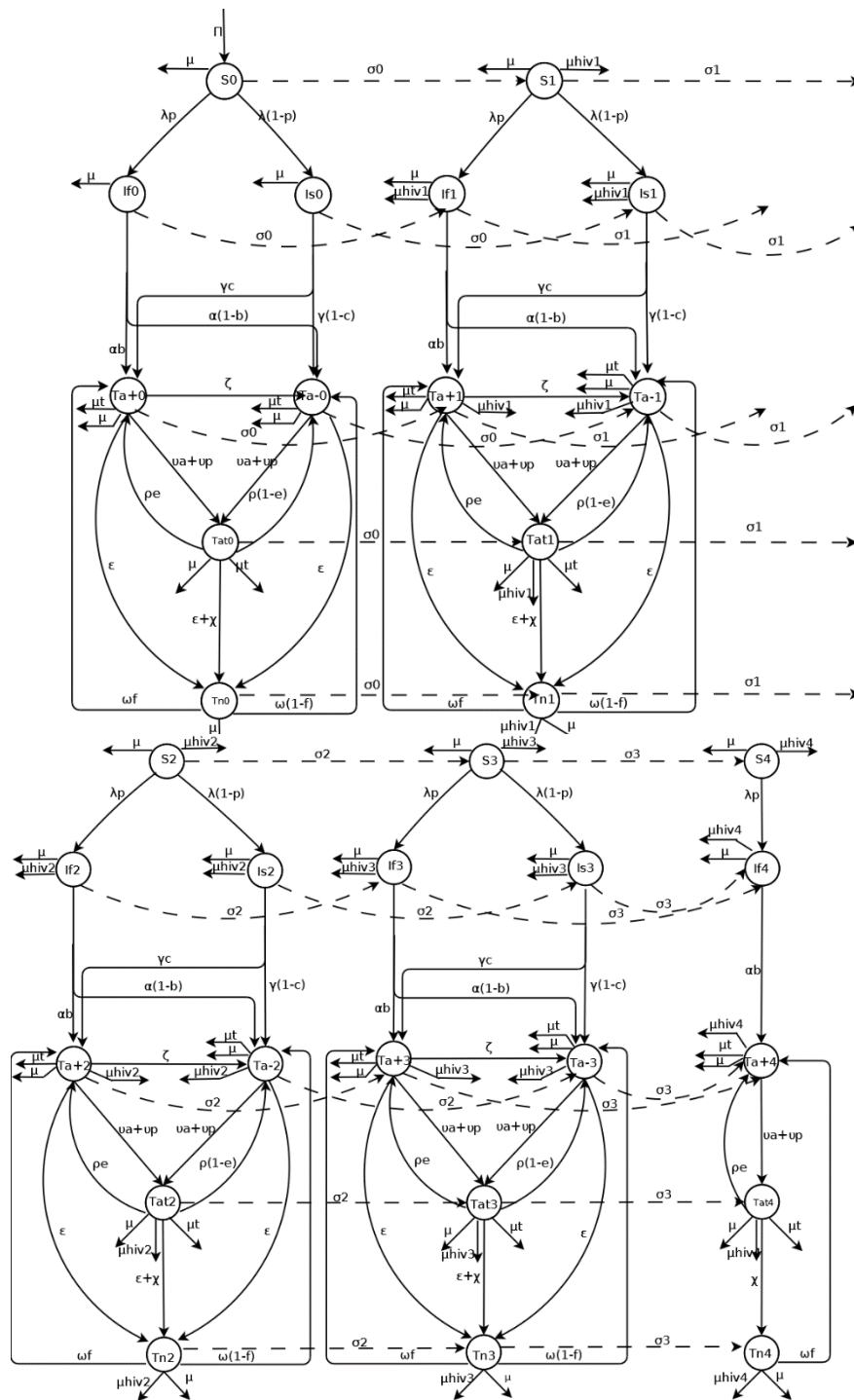


Рис. 1 Граф переходов модели распространения коэпидемии туберкулеза-ВИЧ[6].

На основе результатов исследования в работах[1-7] разработан программный комплекс — управляемая моделями система поддержки принятия решений. Основными функциями системы поддержки принятия решений являются:

- анализ сценариев развития эпидемической ситуации по туберкулёзу среди больных СПИДом в регионе России с учётом различных внешних воздействий и пространственной структуры популяции региона в условиях реализации различных стратегий управления эпидемической ситуацией;

- поиск оптимальной стратегии распределения материальных ресурсов между процессами активного выявления и лечения больных на произвольном временном интервале.

Структурная схема разработанной системы поддержки принятия решений приведена на рис. 2,2а,2б,2в. Основу комплекса составляет ядро системы поддержки принятия решений, представляющее из себя реализация разработанной имитационной модели системы управления эпидемической ситуацией по коэпидемии туберкулеза-ВИЧ.

Для анализа сложных сценариев и моделирования возмущающих воздействий используется модель, созданная с использованием симулятора динамических систем. Пользователь может определить произвольное число компьютерных экспериментов с моделью и затем выполнить любой из них. Эксперименты могут быть разных типов (простой имитационный эксперимент, оптимизационный эксперимент, эксперимент по анализу чувствительности модели и т. п.). В каждом компьютерном эксперименте пользователь может установить свои параметры (факторы) всех объектов модели, от которых зависит ее поведение, установить специфические условия останова выполнения модели и проведения эксперимента, менять установки при выборе численных методов и требований к точности решения и т. п. рис 2а.

Для обеспечения взаимодействия с пользователем применяется модуль, представляющий собой набор скриптов на интерпретируемом языке Java, использующих кроссплатформенные библиотеки создания графического интерфейса Anylogic версии 5. AnyLogic позволяет быстро создавать модели из базовых графических компонентов в режиме drag-and-drop. В AnyLogic базовым языком, совмещенным со средой разработки моделей, является Java. Включение программного кода в модель в AnyLogic является органичным и естественным, тексты языка Java интегрируются в модель чрезвычайно просто и элегантно. Данный модуль позволяет запускать ядро системы в различных режимах, передавая ему исходные данные, к которым относятся параметры имитационной модели и описание географической сети на фоне которой происходят моделируемые процессы.

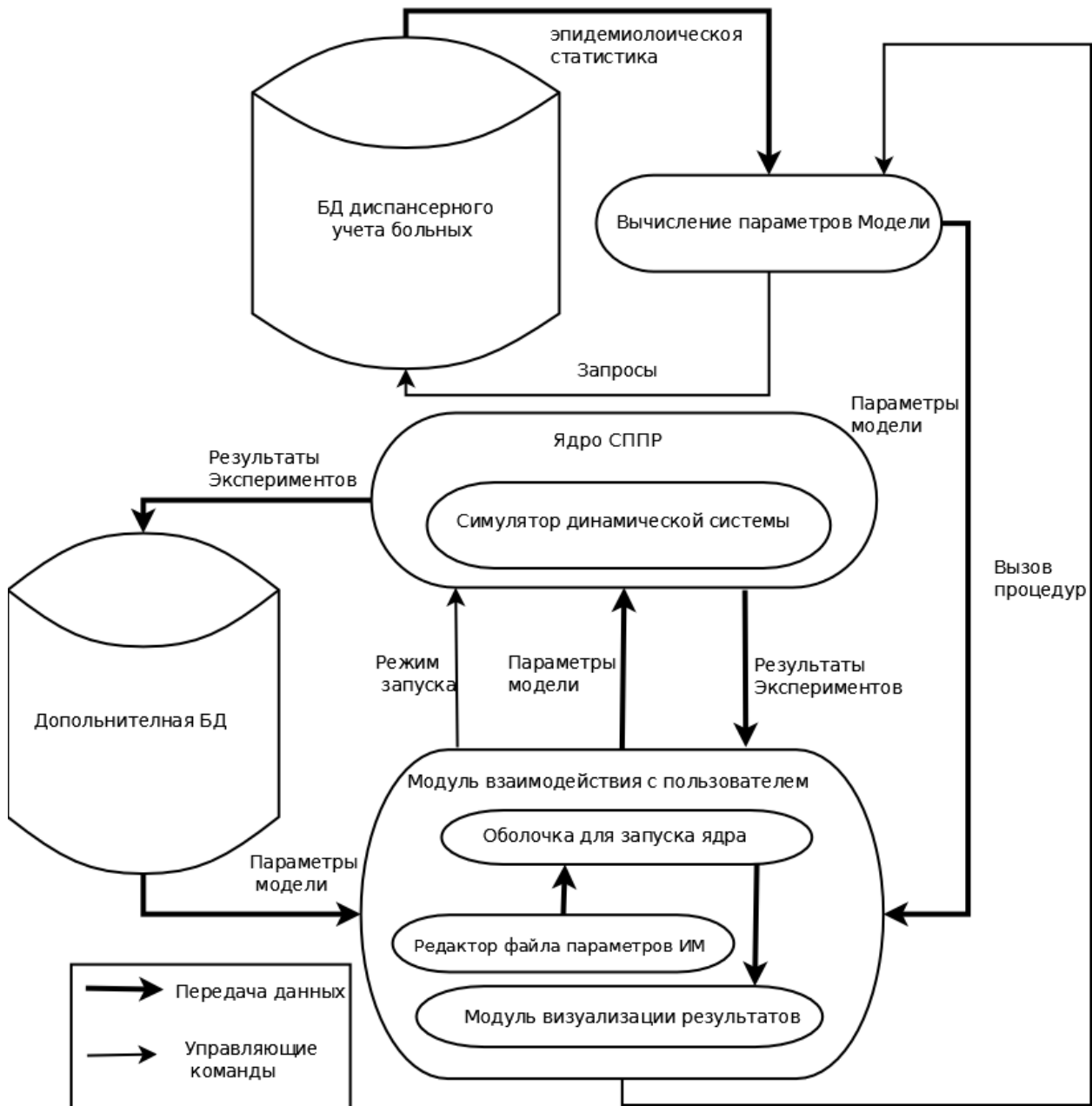


Рис.2 Структура программного комплекса системы поддержки принятия решений региональной фтизиатрической службы

При определении параметров имитационной модели используются данные отчётов специально разработанной медицинской информационной системы. Модуль вычисления параметров модели является набором хранимых процедур, выполняющихся на сервере баз данных. Для хранения «постоянных» параметров и результатов экспериментов используется дополнительная БД. Все компоненты программного комплекса разработаны и испытаны в среде Anylogic версии 5, однако, созданные с использованием кроссплатформенных инструментальных средств и являющиеся свободным программным обеспечением, они могут быть без ограничений портированы на все современные распространённые платформы. Моделирование динамических систем состоит в имитации правил перехода системы из одного состояния в другое с течением времени. Под состоянием системы понимается набор значений ее существенных параметров и переменных. Изменение состояния системы во времени в

динамических системах — это изменение значений переменных системы в соответствии с законами, определяющими связи переменных и их зависимости друг от друга во времени[8,10].

Пакет Any Logic поддерживает разработку и анализ динамических моделей. Этот инструмент содержит средства для аналитического задания уравнений, описывающих изменение переменных во времени, дает возможность учета модельного времени и содержит средства его продвижения, здесь также имеется язык для выражения логики и описания прогресса систем под влиянием любого типа событий, в частности, исчерпания таймаута — заданного интервала времени[8].

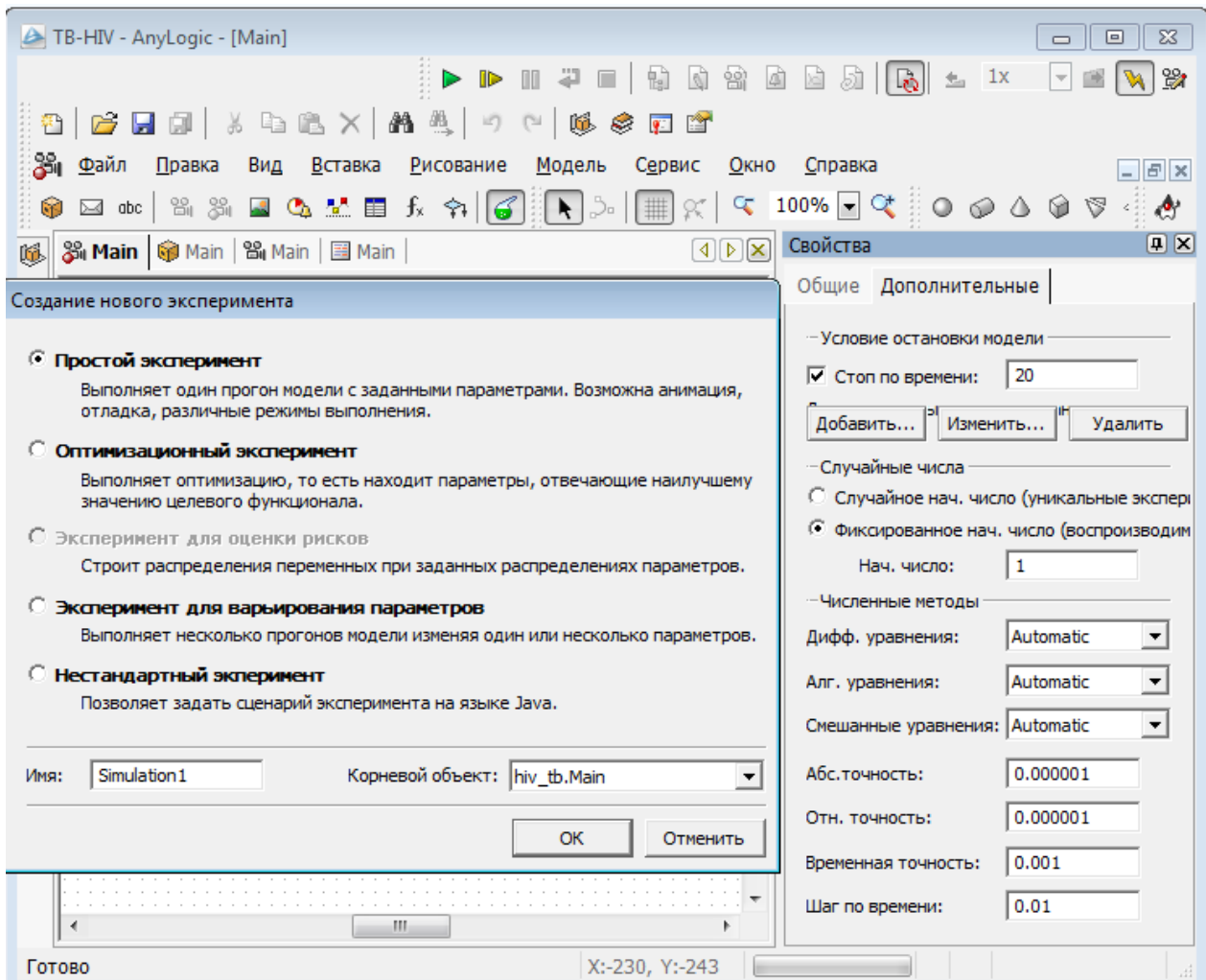


Рис. 2а). Основное окно оболочки запуска ядра системы поддержки принятия решений

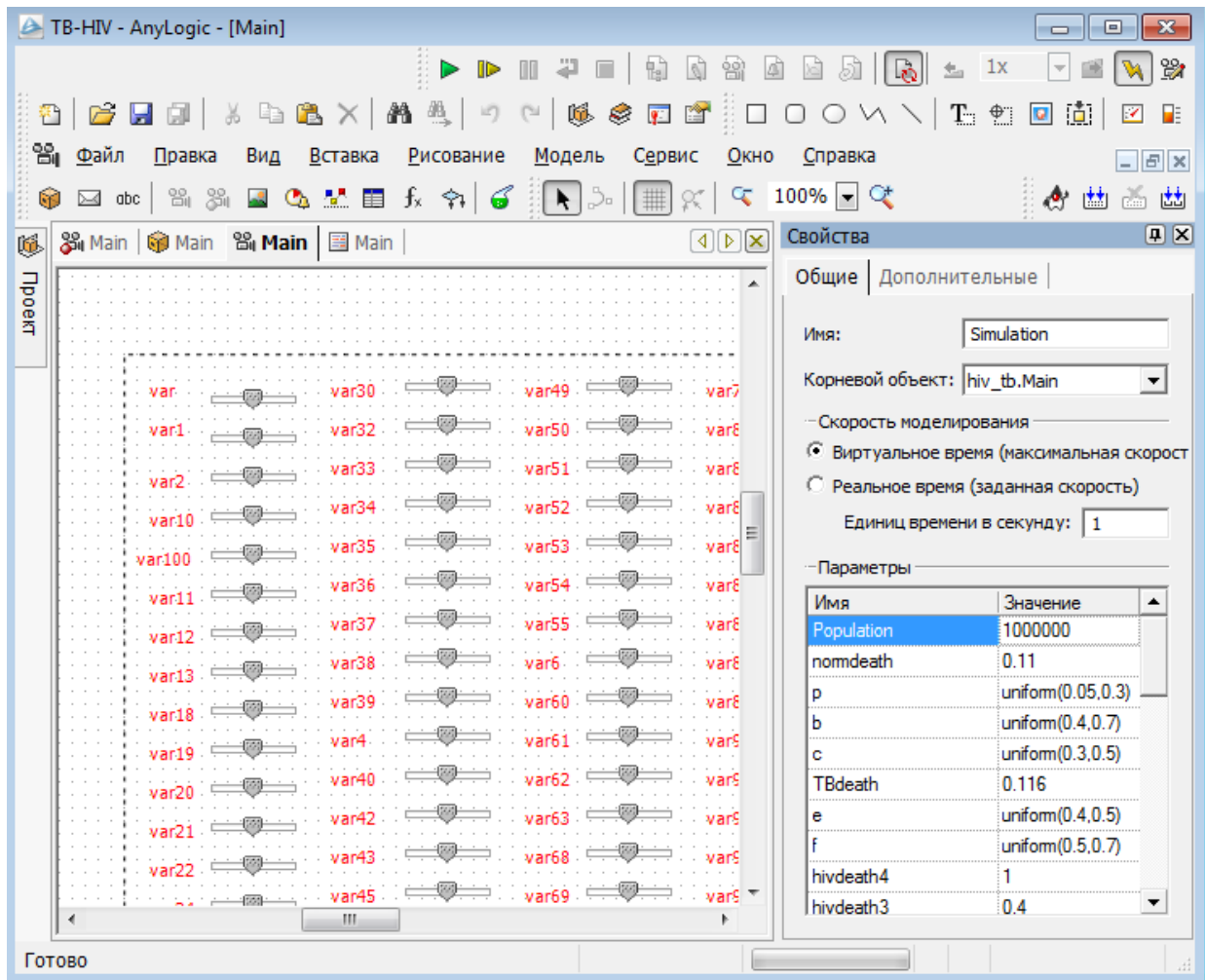


Рис. 26). Окно ввода параметров имитационной модели распространения коэпидемии туберкулеза-ВИЧ

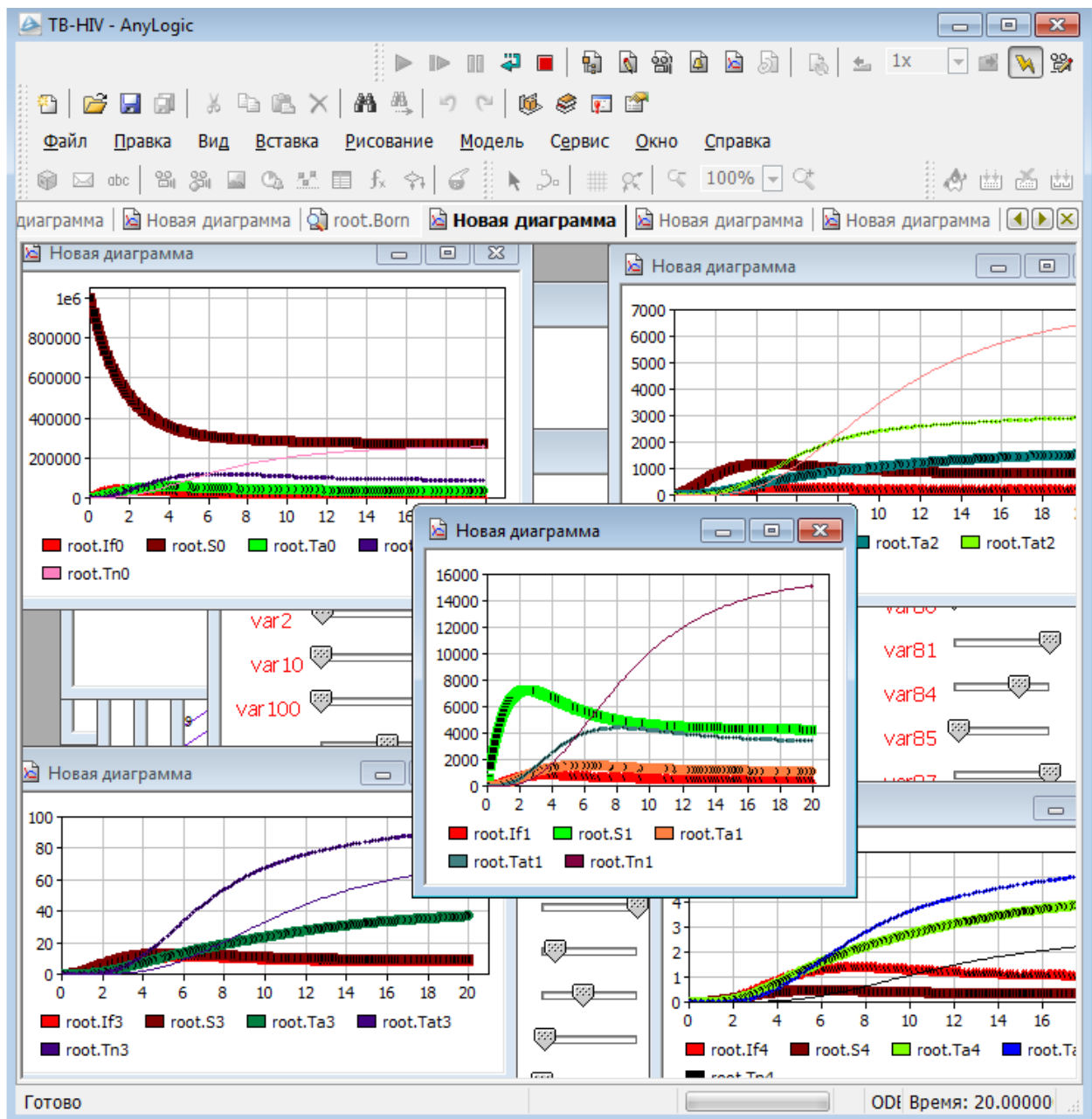


Рис. 2в). Окно визуализации результатов эксперимента с моделью распространения коэпидемии туберкулеза-ВИЧ

Внедрение результатов настоящего исследования в практическое здравоохранение вызывает необходимость пересмотра принципов и алгоритмов принятия управленческих решений в противотуберкулёзных учреждениях. Возможная функциональная структура элемента принятия решений системы управления противодействием распространению туберкулёза представлена на рис.3.

Лицо, принимающее решение определяет параметры модели распространения коэпидемии туберкулеза-ВИЧ, вводит дополнительные параметры и ограничения, соответствующие региону, формирует стратегию распределения ресурсов в системе управления эпидемической ситуацией и оценивает варианты стратегий и выбирает оптимальный, который затем реализуется.

Процесс оценки заключается в прогнозировании потенциального эффекта от реализации каждой стратегии на основе разработанной модели, сопоставлении результатов с критериями достижения целей управления и выборе оптимальной стратегии.

Предварительно осуществляется параметрическое информирование модели. При этом используются различные источники информации:

- опубликованные результаты исследований в предметной области;
- экспертные оценки параметров;
- результаты мониторинга объекта управления на основе отчётной документации (при этом используется разработанная медицинская информационная система).

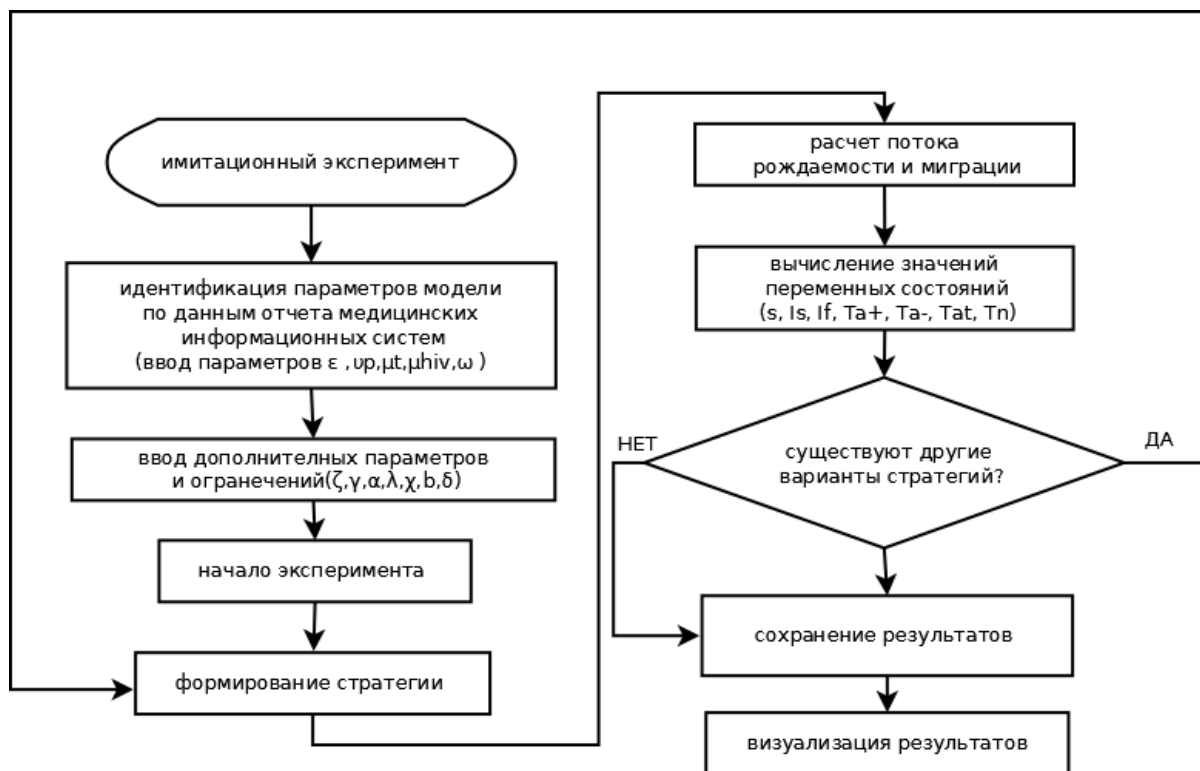


Рис. 3. функциональная структура элемента принятия решений системы управления противодействием распространению туберкулёза среди ВИЧ-инфицированных

Выводы

На основе разработанной имитационной модели создана управляемая моделями система поддержки принятия решений региональной фтизиатрической службы. Данный программный комплекс может использоваться в пассивном режиме, позволяя оценивать альтернативные варианты распределения ресурсов в системе управления эпидемической ситуацией по туберкулёзу-ВИЧ, либо в активном, осуществляя оптимизацию обобщённого критерия оценки стратегий.

Произведён синтез элемента принятия решений системы управления эпидемической ситуацией по туберкулёзу среди ВИЧ-инфицированных больных в регионе России с использованием разработанных программных средств. Важной особенностью процесса функционирования этого элемента является сбор и обобщение информации из различных источников — база данных(БЗ) медицинских информационных систем, результатов теоретических исследований в области эпидемиологии и микробиологии, а также экспертных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аль–Азази А. А., Скворцов А. В., Масленников Б. И. Средства any logic для построения моделей системной динамики//Интернет-журнал «Науковедение». 2013 №3 (16) [Электронный ресурс].-М. 2013. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/50tvn313.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
2. М.М. Башабшех, А.А. Аль-Азази, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников. Компаратментные модели распространения заболеваний (эпидемии) //Система гарантий качества образования: Материалы докладов научно-практической конференции. – Тверь: Издательство ООО «Купол», 2012. – С.23-27.
3. А.А. Аль-Азази, А.В. Скворцов, Б.И. Масленников. Исследование свойств агентных и системно-динамических имитационных моделей распространения эпидемических заболеваний //Сб. Трудов НТК. Конференции:«Интеграция науки и образования-производству, экономике», 12 декабря 2012. Том 2. С7. Тверь.
4. Аль-Азази А.А., Скворцов А.В., Масленников Б.И. Применение агентного подхода к имитационному моделированию процесса распространения эпидемии // Сборник научных трудов магистров и аспирантов. — Тверь, 2013. — С. 3 – 5.
5. Аль-Азази Амин, Скворцов А.В, Масленников Б.И. Компаратментная модель распространения эпидемического заболевания (на примере туберкулёза-ВИЧ) // Вестник ТвГТУ, 84 (Вып. 23, №1). — Тверь, 2013. стр. 3-9. ISSN 2224-6363
6. Аль–Азази А. А., Масленников Б. И. Системно-динамическая имитационная модель распространения эпидемии//Интернет-журнал «Науковедение». 2014 №1 (20) [Электронный ресурс].-М. 2014. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/30TVN114.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
7. Аль–Азази А. А., Масленников Б. И. Сравнительный анализ методов имитационного моделирования//Интернет-журнал «Науковедение». 2014 №1 (20) [Электронный ресурс].-М. 2014. – Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/84TVN114.pdf>, свободный – Загл. с экрана.
8. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 400 с.
9. Регионы России. Основные характеристики субъектов РФ. Статистический сборник. Рос-стат. Москва, 2004.
10. Д. Ю. Каталевский. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении, 2011.

Рецензент: Дмитриев Г. А., зав. Кафедрой Автоматизации технологических процессов, Тверского государственного технического университета, доктор технических наук, профессор.

Amin Al-Azazi

Tver State Technical University
Russia, Tver
E-mail: aminshic@yahoo.com

Fares Abu-Abed

Tver State Technical University
Russia Tver
E-mail: aafares@mail.ru

Decision support system of regional anti epidemic services

Abstract. Preservation and strengthening of health - an important socio-economic issue, an important aspect of which is to reduce the level of infectious diseases. In this task, preventive measures are crucial. Predictive estimate the dynamics of the spread of infectious diseases allows you to develop and implement appropriate countermeasures to ensure the rational use of material resources.

According to Rosstat for the last 5 years, the number of HIV cases in the Russian Federation has increased almost 2-fold. The immediate cause of death in patients with advanced HIV infection is tuberculosis (62%).

Qualitative forecast the spread of the disease is only achievable on the basis of adequate mathematical models. Traditional models of the spread of disease based on assumptions that make the results of forecasting with them is not enough accurate. Recent advances in the field of mathematical modeling and simulation allow to eliminate this disadvantage. With the increase in cases of tuberculosis among HIV-infected patients, is an actual development of decision support systems aimed at solving practical problems of control epidemic response, such as the evaluation of strategies in the distribution of material resources control systems, the epidemiological situation of co-epidemics of TB-HIV.

Keywords: Simulation; system-dynamics simulation; epidemic situation; decision support system; tuberculosis; AIDS; model; HIV; analysis; strategy; Anylogic.

REFERENCES

1. Al'-Azazi A. A., Skvortsov A. V., Maslennikov B. I. Sredstva any logic dlya postroeniya modeley sistemnoy dinamiki//Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2013 №3 (16) [Elektronnyy resurs].-M. 2013. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/50tvn313.pdf>, svobodnyy – Zagl. s ekrana.
2. M.M. Bashabshekh, A.A. Al'-Azazi, A.V. Skvortsov, B.I. Maslennikov. Kompartmentnye modeli rasprostraneniya zabolevaniy (epidemii) //Sistema garantiy kachestva obrazovaniya: Materialy dokladov nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Tver': Izdatel'stvo OOO «Kupol», 2012. – S.23-27.
3. A.A. Al'-Azazi, A.V. Skvortsov, B.I. Maslennikov. Issledovanie svoystv agentnykh i sistemno-dinamicheskikh imitatsionnykh modeley rasprostraneniya epidemicheskikh zabolevaniy //Sb. Trudov NTK. Konferentsii:«Integratsiya nauki i obrazovaniya-proizvodstvu, ekonomike», 12 dekabrya 2012. Tom 2. S7. Tver'.
4. Al'-Azazi A.A., Skvortsov A.V., Maslennikov B.I. Primenenie agentnogo podkhoda k imitatsionnomu modelirovaniyu protsessa rasprostraneniya epidemii // Sbornik nauchnykh trudov magistrrov i aspirantov. — Tver', 2013. — S. 3 – 5.
5. Al'-Azazi Amin, Skvortsov A.V, Maslennikov B.I. Kompartmentnaya model' rasprostraneniya epidemicheskogo zabolevaniya (na primere tuberkuleza-VICH) // Vestnik TvGTU, 84 (Vyp. 23, №1). — Tver', 2013. str. 3-9. ISSN 2224-6363
6. Al'-Azazi A. A., Maslennikov B. I. Sistemno-dinamicheskaya imitatsionnaya model' rasprostraneniya epidemii//Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2014 №1 (20) [Elektronnyy resurs].-M. 2014. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/30TVN114.pdf>, svobodnyy – Zagl. s ekrana.
7. Al'-Azazi A. A., Maslennikov B. I. Sravnitel'nyy analiz metodov imitatsionnogo modelirovaniya//Internet-zhurnal «Naukovedenie». 2014 №1 (20) [Elektronnyy resurs].-M. 2014. – Rezhim dostupa: <http://naukovedenie.ru/PDF/84TVN114.pdf>, svobodnyy – Zagl. s ekrana.
8. Karpov Yu. Imitatsionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic 5. - SPb.: BKhV-Peterburg, 2006. - 400 s.
9. Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub"ektov RF. Statisticheskii sbornik. Rosstat. Moskva, 2004.
10. D. Yu. Katalievskiy. Osnovy imitatsionnogo modelirovaniya i sistemnogo analiza v upravlenii, 2011.