

Модуль «Прогнозирование эпидемии и оптимальное управление эпидемией».

Структура документа (оглавление).

1. Модуль «Прогнозирование эпидемии и оптимальное управление эпидемией».....	1
2. Прогноз эпидемии.....	1
2.1 Интервенции, используемые при прогнозировании развития эпидемии туберкулеза и при оптимизации расходов на противоэпидемические мероприятия....	2
2.2. Описание пользовательского интерфейса.....	3
3. Оптимальное управление эпидемией.....	7
3.1. Описание интерфейса основного окна ввода данных.....	8
3.2 Описание интерфейса окна «Результаты».....	11
4. Рекомендации по освоению.....	14

1. Модуль «Прогнозирование эпидемии и оптимальное управление эпидемией».

Прогнозирование развития эпидемий и оптимальное управление основаны на модели, описывающей динамику эпидемии туберкулеза и адаптированной к данному региону.

Модель описывает переходы между следующими группами населения (Рис. 1):

X – лица чувствительные, неинфицированные

R – инфицированные здоровые

L – больные, не являющиеся баквыделителями

T – больные, являющиеся баквыделителями

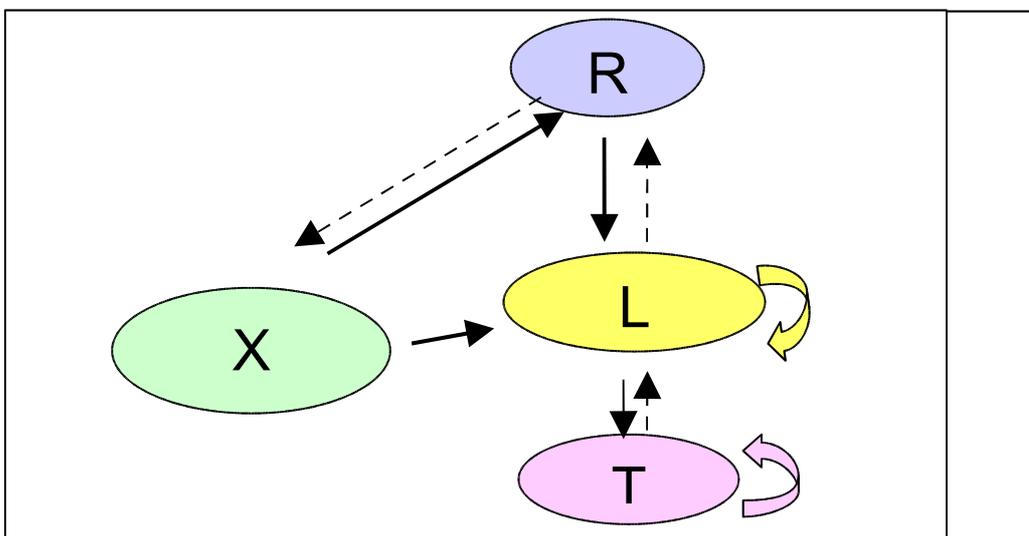


Рис. 1. Схема переходов между группами населения в модели эпидемии туберкулеза.

2. Прогноз эпидемии

Программа прогноза эпидемии позволяет получить оценки развития эпидемии на несколько последующих лет при неизменном состоянии мер профилактики, диагностики и лечения, а также при влиянии ряда дополнительных вмешательств в ход эпидемии (интервенций).

2.1 Интервенции, используемые при прогнозировании развития эпидемии туберкулеза и при оптимизации расходов на противоэпидемические мероприятия.¹

Увеличение объема и эффективности использования коечного фонда в специализированных лечебных учреждениях

Данная интервенция предполагает увеличение числа койко-дней за счет роста коечной мощности и/или повышения оборота койки, в результате чего повышается доля госпитализированных лиц среди больных, нуждающихся в стационарном лечении, и, как следствие, увеличиваются охват лечением и эффективность лечения (п. 6).

Повышение эффективности терапии

Данная интервенция предполагает применение таких препаратов и схем лечения, которые увеличивают эффективность терапии, особенно для штаммов с множественной лекарственной устойчивостью (п. 3). Несмотря на то, что на рынке в настоящее время отсутствуют препараты, одинаково эффективные для всех штаммов возбудителя, данная интервенция включена как пример эффективной, но дорогостоящей меры.

Ревакцинация здоровых лиц, утративших поствакцинальный иммунитет

Данная интервенция предполагает ревакцинацию неинфицированных детей, подростков и молодых людей с отрицательной туберкулиновой пробой, не имеющих противопоказаний, включая студентов, лиц молодого (призывного) возраста, военнослужащих срочной службы, лиц попадающих в условия контакта и пр. Максимальная «сила интервенции» означает ревакцинацию ВСЕХ здоровых лиц, утративших поствакцинальный иммунитет. Ожидаемый эффект от ревакцинации – снижение случаев инфицирования (п. 2).

Генотипирование ДНК возбудителя

Данная интервенция предполагает количественную индикацию ДНК микобактерий и проведение рутинной процедуры генотипирования ДНК возбудителя у впервые выявленных лиц с подозрением на туберкулез и у больных туберкулезом с подозрением на появление лекарственной резистентности к проводимой химиотерапии. Использование генотипирования может увеличить скорость дифференциальной диагностики туберкулеза, и раннего выявления лекарственно устойчивых форм

Генотипирование ДНК больного

Данная интервенция предполагает проведение рутинной процедуры генотипирования ДНК впервые выявленных больных туберкулезом. Использование генотипирования может повысить эффективность лечения благодаря индивидуализации схемы лечения за счет быстрого определения индивидуальной скорости метаболизма противотуберкулезных препаратов и выявления наследственно-обусловленных иммунодефицитов.

Усиление контроля/мотивации по соблюдению режима лечения

¹ В скобках приведены ссылки на разделы "Федеральной целевой программы "Предупреждение и борьба с заболеваниями социального характера (2002-2006 годы)", подпрограмма "Неотложные меры борьбы с туберкулезом в России", с которыми корреспондирует данная интервенция.

Данная интервенция предполагает повышение числа лечащихся больных, которые соблюдают предписанные режимы лечения, как за счет ПОВЫШЕНИЯ заинтересованности медперсонала в успехах лечения (например, за счет изменения системы материального поощрения), так и за счет повышения заинтересованности в лечении самих больных (например, разъяснительная работа, выдача «премий», особенно среди асоциальных групп больных) (пп. 1,2).

Повышение охвата профосмотрами групп риска

Данная интервенция предполагает смещение активности профосмотров, выявляющих туберкулез, в сторону групп риска, при сохранении общего числа профосмотров (п. 2).

Известно, что в некоторых группах риска распространенность туберкулеза в разы, и в десятки раз превышает среднюю распространенность. Если при сохранении числа лиц, ежегодно проходящих профосмотр, сместить акцент на обследование лиц, входящих в группы риска, то ожидается увеличение выявляемости больных туберкулезом.

2.2. Описание пользовательского интерфейса

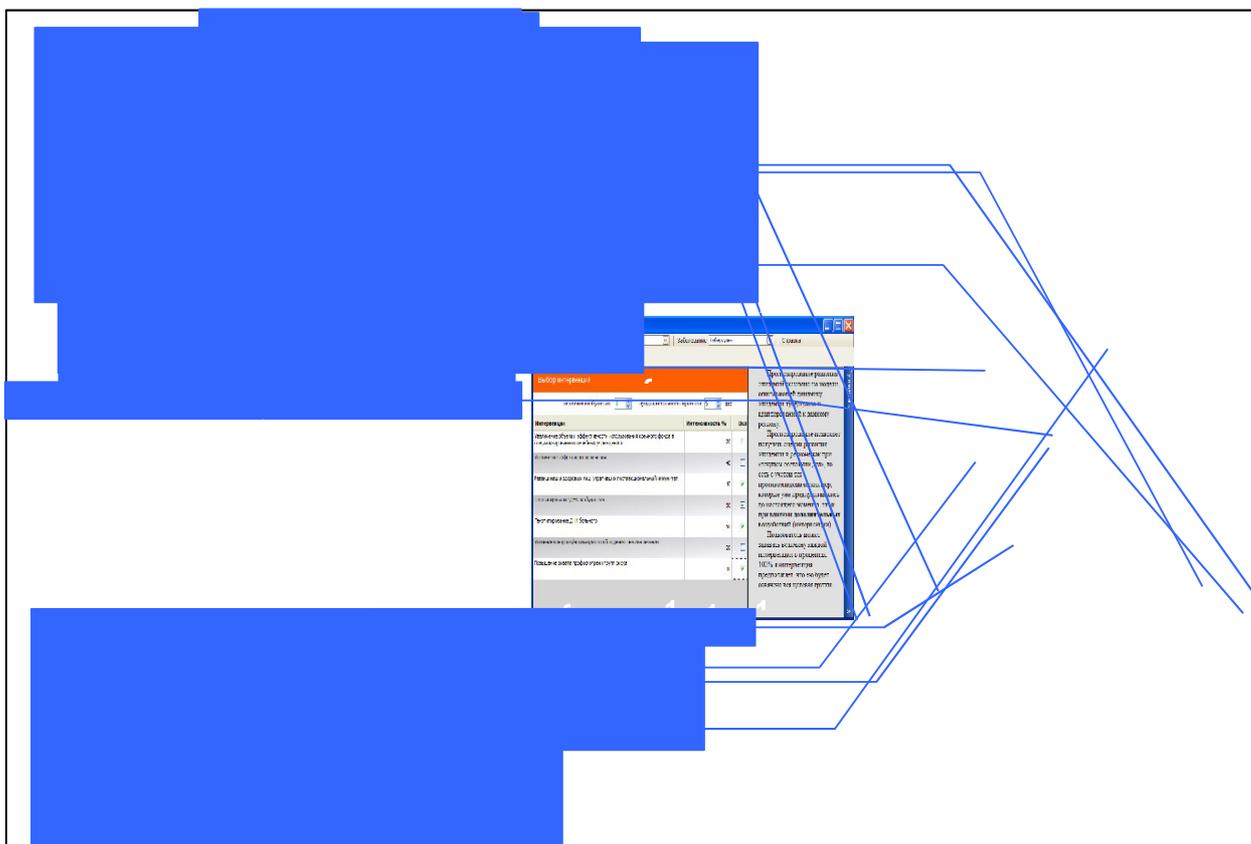


Рисунок 2. Основная панель ввода данных при прогнозировании влияния интервенций. Пояснения в тексте.

Цифрами на рисунке 2 обозначены:

1. «Файл». - Пункт меню для загрузки и сохранения проекта.

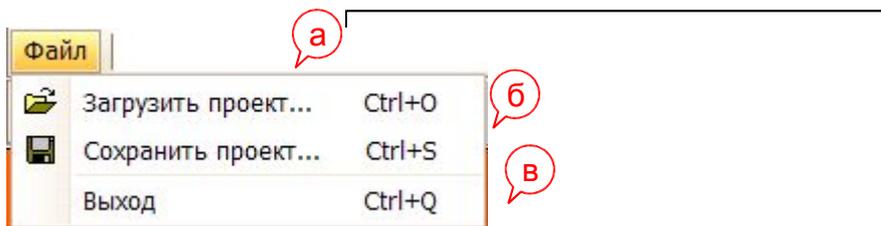


Рисунок 3.

Загрузка сохранённого ранее проекта. Проект представляет собой XML-файл специального вида, который формируется на этапе сохранения настроек. В результате загрузки проекта устанавливаются параметры:

- название региона;
- тип заболевания;
- число штаммов;
- продолжительность прогноза;
- список используемых для расчёта интервенций и сила их воздействия.

Сохранение текущего проекта. Проект сохраняется как XML-файл. Имя файла произвольно и определяется пользователем. Сохранённый проект будет автоматически загружен при следующем запуске программы. Список сохраняемых параметров приведён выше.

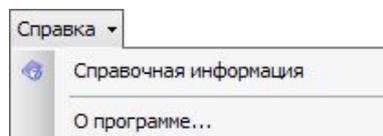
Выход - Немедленный выход из программы без сохранения.

2. Настройка – Пункт меню для опытных пользователей, имеющих права на изменение параметров моделей

3. Перечень регионов РФ. В выпадающем списке перечисляются регионы Российской Федерации. Выбор региона определяет начальные значения параметров математической модели, используемой при прогнозах. В том случае, если для выбранного региона параметры модели не были определены, функции программы блокируются до выбора пользователем региона с известными данными.

4. Перечень заболеваний. Данный список содержит перечень заболеваний, по которым возможно проведение эпидемического прогноза. В том случае, если пользователь выбирает заболевание, для которого математическая модель не поддерживается в данный момент, функции программы блокируются.

5. Справка о программе.



Меню позволяет получить справочную информацию о математических моделях, используемых при прогнозе, предназначении, функциональности и основах работы с программой. Пункт «О программе...» предоставляет пользователю паспорт модуля.

6 Панель функциональных кнопок. На панели расположены кнопки (слева направо) «Расчет», «Сохранение результатов», «Отображение результатов в табличном виде», «Отображение результатов в графическом виде», «Сравнение результатов»

7. Число штаммов возбудителя. Пользователь выбирает число штаммов, используемых при прогнозировании. Максимальное их число регламентируется поддерживаемой в данный момент математической моделью и не превышает пяти.

8. Продолжительность прогноза (в годах). Пользователь указывает период времени, за который он бы хотел получить расчётные данные. Следует отметить, что адекватные результаты получаются при установленной продолжительности прогноза не более 10-ти лет.

9. Интервенции. Эпидемический прогноз можно производить как без учёта постороннего вмешательства, так и с моделированием воздействий (интервенций) различного характера.

Допускается комбинирование интервенций..

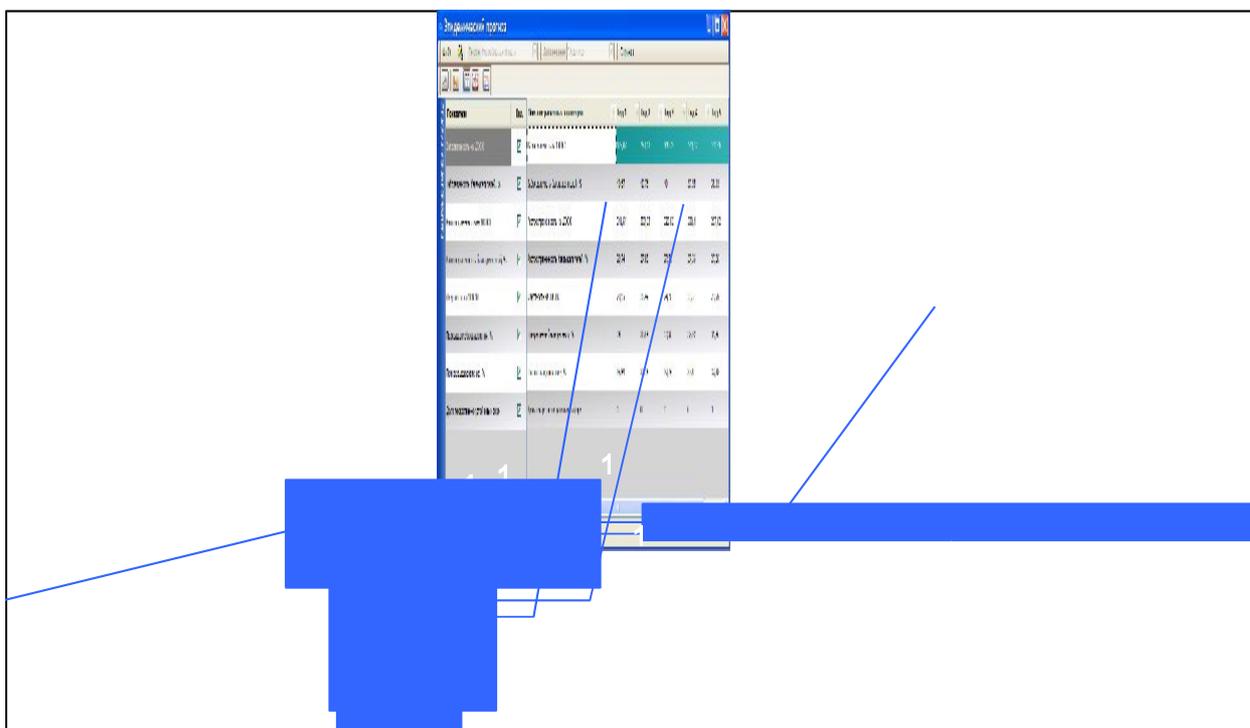
10. Установка «силы» интервенций. «Сила» воздействия каждой интервенции варьируется от 0% до 100% и означает долю целевой группы для данной интервенции, которая будет ею охвачена. «Стопроцентная интервенция» означает, что вся целевая группа для этой интервенции исчерпывается

11. Подключение/отключение интервенций

12. Путеводитель

Панель «Путеводителя» отвечает за предоставление пользователю справочной информации контекстного характера. Для максимального использования рабочего пространства «Путеводитель» можно свернуть (кнопка «▶▶» в правом нижнем углу).

Кнопка «Расчёт» суммирует введённую пользователем информацию и производит расчёт математической модели. После окончания вычислений пользователю предоставляется окно с результатами следующего вида (рис. 3):



Наименование	Тип	Исходное значение	1 год	2 год	3 год	4 год
Вакцинация 20%	Вакцинация	1000	900	800	700	600
Вакцинация 40%	Вакцинация	1000	800	600	400	200
Вакцинация 60%	Вакцинация	1000	600	400	200	100
Вакцинация 80%	Вакцинация	1000	400	200	100	50
Вакцинация 100%	Вакцинация	1000	200	100	50	25
Изоляция заболевших	Изоляция	1000	950	900	850	800
Изоляция и вакцинация	Изоляция	1000	900	800	700	600
Изоляция и вакцинация 20%	Изоляция	1000	850	750	650	550
Изоляция и вакцинация 40%	Изоляция	1000	800	700	600	500
Изоляция и вакцинация 60%	Изоляция	1000	750	650	550	450
Изоляция и вакцинация 80%	Изоляция	1000	700	600	500	400
Изоляция и вакцинация 100%	Изоляция	1000	650	550	450	350

Рисунок 4. Панель табличного вывода результатов при прогнозировании влияния интервенций. Пояснения в тексте.

На рисунке 4 цифрами обозначены:

14. Перечень основных эпидемических показателей. На данной панели представлены наименования всех результатов, которые пользователь получает по окончании вычислений. Таблица результатов или график (см. ниже) формируются на основании данных, отмеченных галочкой **14**. Снятие либо установка галочки пользователем с помощью левой кнопки мышки ведёт к немедленному видоизменению таблицы или графика с учётом сделанного выбора. Кнопкой «◀◀» в левом нижнем углу панель можно свернуть для оптимального использования рабочего пространства.

15. Таблица результатов. По умолчанию после окончания расчётов пользователь получает результат в виде таблицы. В ней каждому т.н. эпидемическому показателю соответствует строка расчётных данных по годам (количество лет, очевидно, совпадает с заданной ранее пользователем продолжительностью прогноза, см.8).

Основные эпидемические показатели:

Заболееваемость на 100000
Заболееваемость баквыделителей, %
Распространенность на 100000
Распространенность баквыделителей, %
Смертность на 100000
Прекращение баквыделения, %
Полное выздоровление, %
Доля лекарственно устойчивых форм

Пользователь имеет возможность сохранить результаты вычислений как XML-файл данных. В файл сохраняется таблица результатов в том виде, который она имеет на панели **15** (значения, не отмеченных пользователем показателей, не сохраняются).

16. Кнопка “◀◀ Назад” обеспечивает переход в окно ввода данных (Рис. 2)

Кнопка «Отображение результатов в графическом виде», отвечает за представление данных в графической форме. Графически отображаются только показатели, отмеченные на панели окон **14** (Рис. 5).

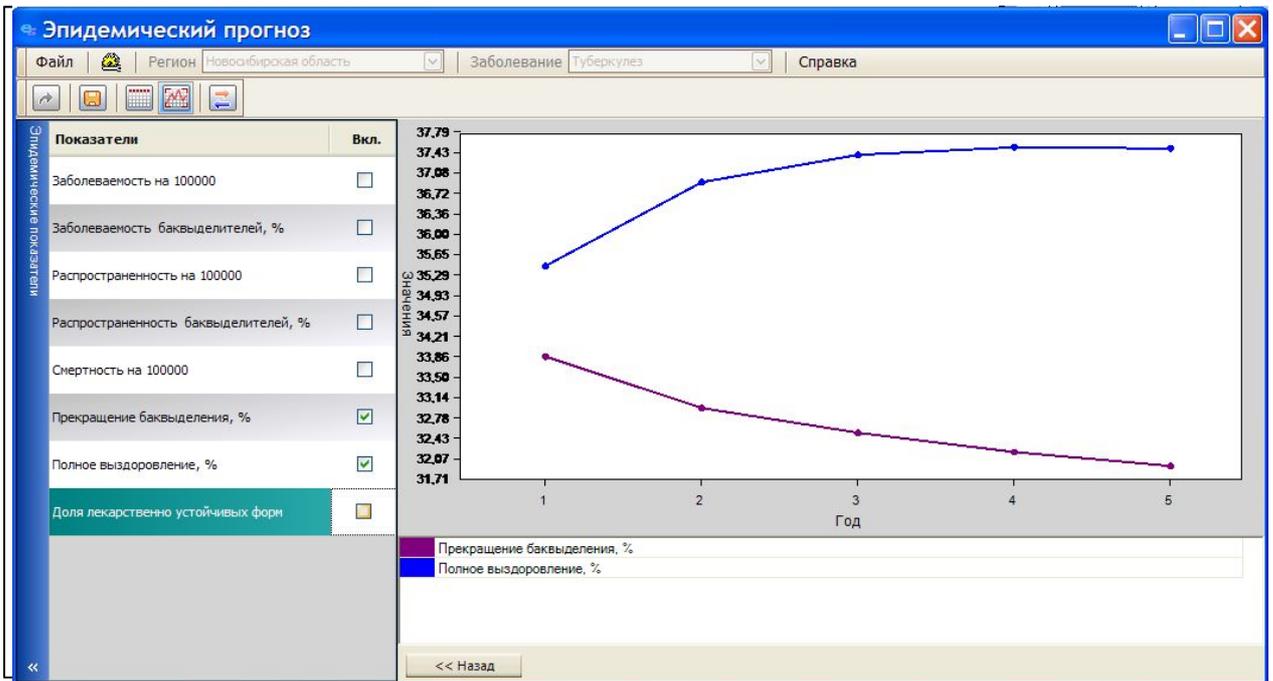


Рисунок 5. Панель графического представления результатов при прогнозировании влияния интервенций.

По кнопке «Сравнение результатов» на экран выводятся отдельные кривые (рис. 5)

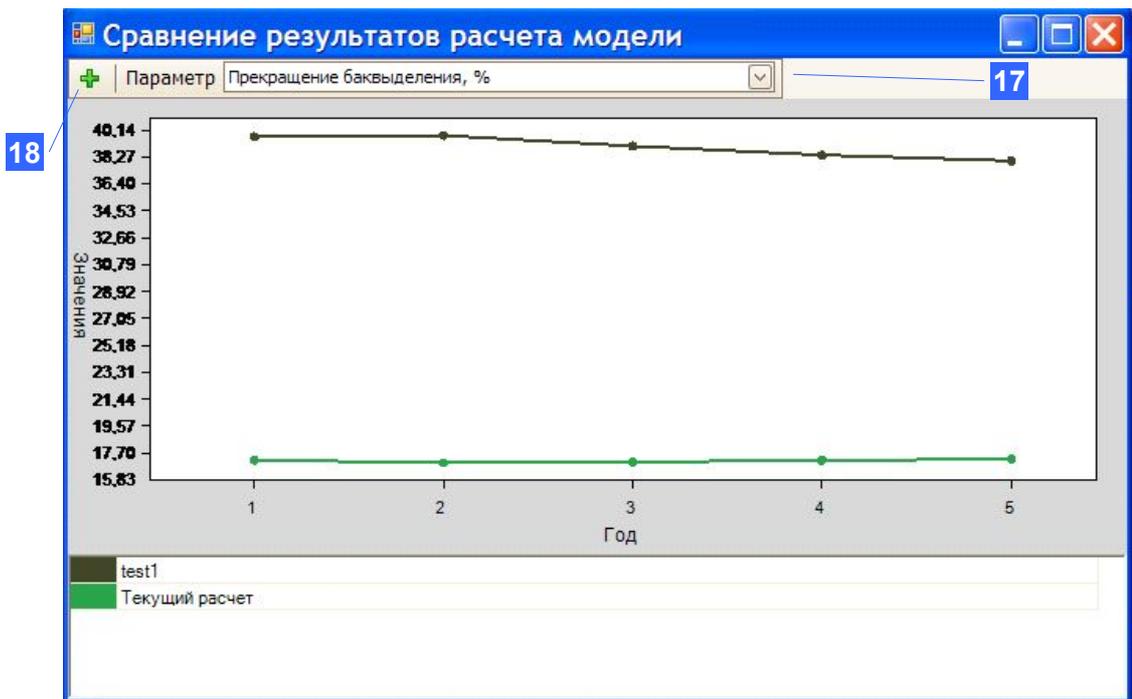


Рисунок 6. Панель сравнения результатов при прогнозировании влияния интервенций.

18. Кнопка подключения данных. Позволяет подключать ранее сохраненные результаты расчетов для сравнения на графиках

3. Оптимальное управление эпидемией

Оптимальное управление эпидемическим процессом предполагает наиболее эффективное **распределение ограниченных ресурсов** (например, в денежном выражении), т.е. минимизирующее значение выбранного критерия

1. Для расчета оптимального распределения задается **сумма средств**, которые следует распределять **ежегодно**, продолжительность вложений в годах и интервал времени, после которого проводится оценка эффективности вложений.
2. Пользователь отмечает в предложенном списке возможные влияния (интервенции, см. описания ниже), в которые будут вкладываться средства, может скорректировать их затратность, т.е. стоимость 'единицы' данного влияния.
3. Задается один из списка критериев оптимизации (см.перечень ниже).
4. На основе модели, описывающей динамику эпидемии туберкулеза и адаптированной к данному региону, рассчитывается оптимальное распределение средств по годам, минимизирующее значение выбранного критерия.

3.1. Описание интерфейса основного окна ввода данных

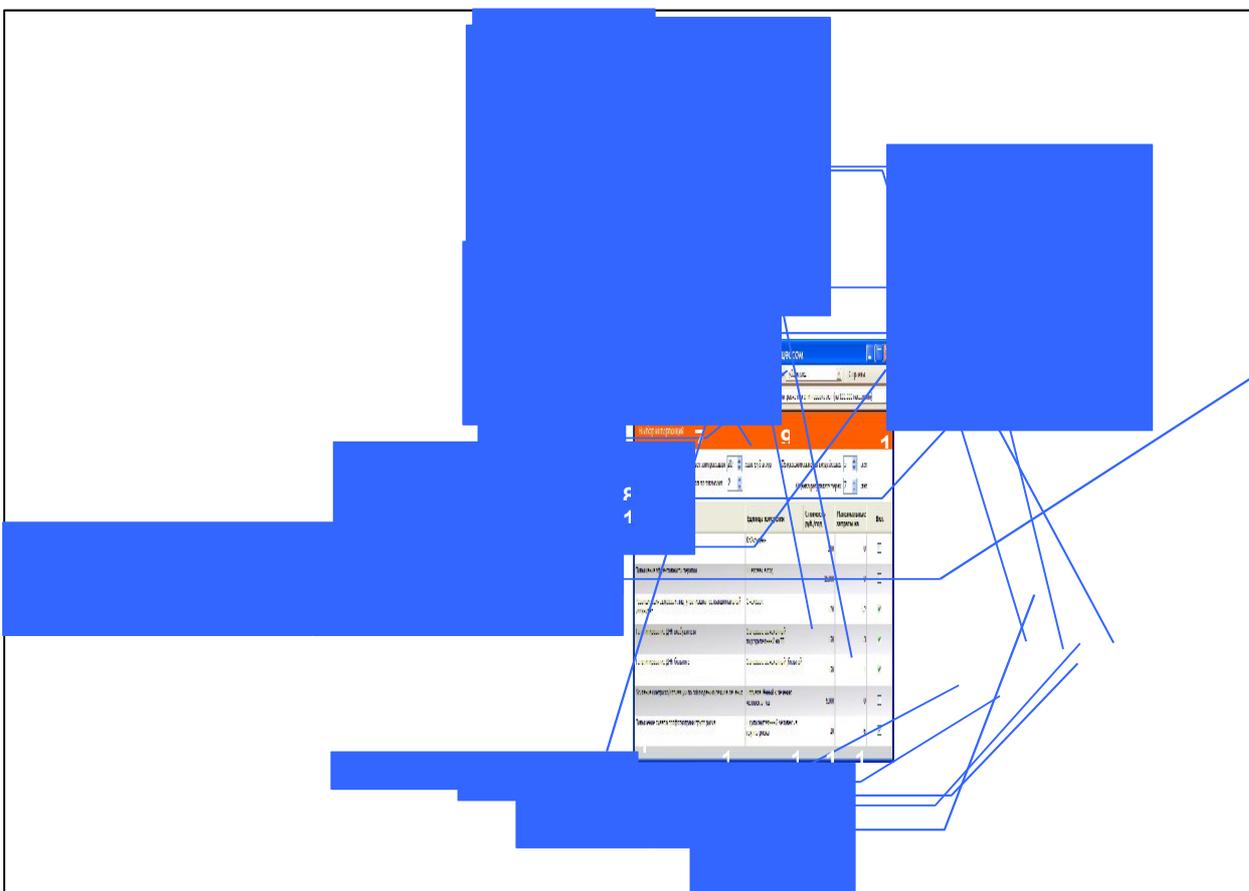


Рисунок 7. Основная панель ввода данных при оптимальном управлении.

Интерфейс модуля «Оптимальное управление», практически, тот же, что и модуля «Прогнозирование»

1. Меню «Файл».

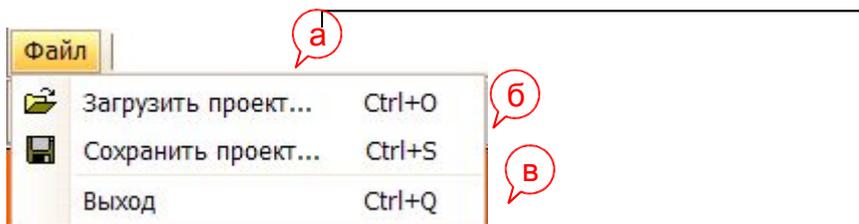


Рисунок 8.

Загрузка сохранённого ранее проекта. Проект представляет собой XML-файл специального вида, который формируется на этапе сохранения настроек. В результате загрузки проекта устанавливаются параметры:

- название региона;
- тип заболевания;
- число штаммов;
- продолжительность прогноза;
- список используемых для расчёта интервенций и сила их воздействия.

Сохранение текущего проекта. Проект сохраняется как XML-файл. Имя файла произвольно и определяется пользователем. Сохранённый проект будет автоматически загружен при следующем запуске программы.

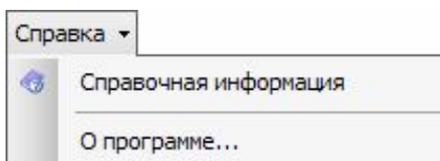
Выход Немедленный выход из программы без сохранения информации.

2. Настройка – Пункт меню для опытных пользователей, имеющих права на изменение параметров моделей

3 Перечень регионов РФ. В выпадающем списке перечисляются регионы Российской Федерации. Выбор региона определяет начальные значения параметров математической модели, используемой при прогнозах. В том случае, если для выбранного региона параметры модели не были определены, функции программы блокируются до выбора пользователем региона с известными данными.

4 Перечень заболеваний. Данный список содержит перечень заболеваний, по которым возможно проведение эпидемического прогноза. В том случае, если пользователь выбирает заболевание, для которого математическая модель не поддерживается в данный момент, функции программы блокируются.

5 Справка о программе.



Меню позволяет получить справочную информацию о математических моделях, используемых при прогнозе, предназначении, функциональности и основах работы с программой. Пункт «О программе...» предоставляет пользователю паспорт модуля.

6 Панель функциональных кнопок. На панели расположены кнопки (слева направо) «Расчет», «Сохранение результатов», «Отображение результатов в табличном виде», «Отображение результатов в графическом виде», «Сравнение результатов»

7 Выбор критерия оптимизации. Пользователь может выбрать в качестве критерия оптимизации один из трех основных показателей эпидемии, который ему хотелось бы минимизировать: заболеваемость (на 100 тысяч населения в год), распространенность или болезненность, на на 100 тысяч населения и смертность (также на 100 тысяч населения в год). Каждый из показателей можно минимизировать либо на последний год прогноза, либо за весь период.

Критерии, используемые при оптимизации расходов на противотуберкулезные мероприятия (величина X задается пользователем).

Заболеваемость через X лет (на 100000 населения)
Заболеваемость в течение X лет (на 100000 населения)
Распространенность через X лет (на 100000 населения)
Распространенность в течение X лет (на 100000 населения)
Смертность через X лет (на 100000 населения)
Смертность в течение X лет (на 100000 населения)

8 Сумма средств. Объектом оптимального управления является задаваемая сумма средств в миллионах рублей в год, которые следует оптимальным образом распределить между интервенциями **12**, чтобы получить минимальное значение критерия **7**.

9 Продолжительность интервенций (в годах). Пользователь указывает период времени, в течение которого будут распределяться средства **8**. Следует отметить, что адекватные результаты получаются при установленной продолжительности расчетов не более 10-ти лет.

10 Оценка результата. Пользователь указывает период времени, через или в течение которого минимизируется критерий **7**. Следует отметить, что адекватные результаты получаются при установленной продолжительности прогноза не более 10-ти лет.

11 Число штаммов возбудителя. Пользователь выбирает число штаммов, используемых при прогнозировании. Максимальное их число регламентируется поддерживаемой в данный момент математической моделью и не превышает пяти. Все штаммы кроме первого – лекарственно чувствительного, считаются лекарственно устойчивыми.

12 Интервенции. Перечень интервенций различного характера, между которыми предполагается распределение вкладываемых средств **8**.

13 Единица измерения. Столбец задает единицу «приложения» интервенции, которая определяет размер целевой группы, стоимость данной единицы **14** и сумму средств **15**, которую может «поглотить» интервенция вплоть до исчерпания целевой группы.

14 Цена. В столбце указаны цены единицы интервенций, которые можно изменять. Изменение цены влечет за собой изменение затрат **15** на интервенцию для достижения того же эффекта.

15 Максимально допустимые затраты. При выборе интервенции **16**, в столбце указывается максимальная сумма средств, которую может «поглотить» интервенция при интенсивности в 100%, то есть при исчерпании целевой группы.

16 Выбор интервенций. Отмечая интервенции **12**, галочками, пользователь задает набор интервенций, среди которых будут ежегодно распределяться средства **8**.

Кнопка «Расчёт» суммирует введенную пользователем информацию и производит расчёт математической модели. После окончания вычислений пользователю предоставляется окно с результатами следующего вида (рис. 9):

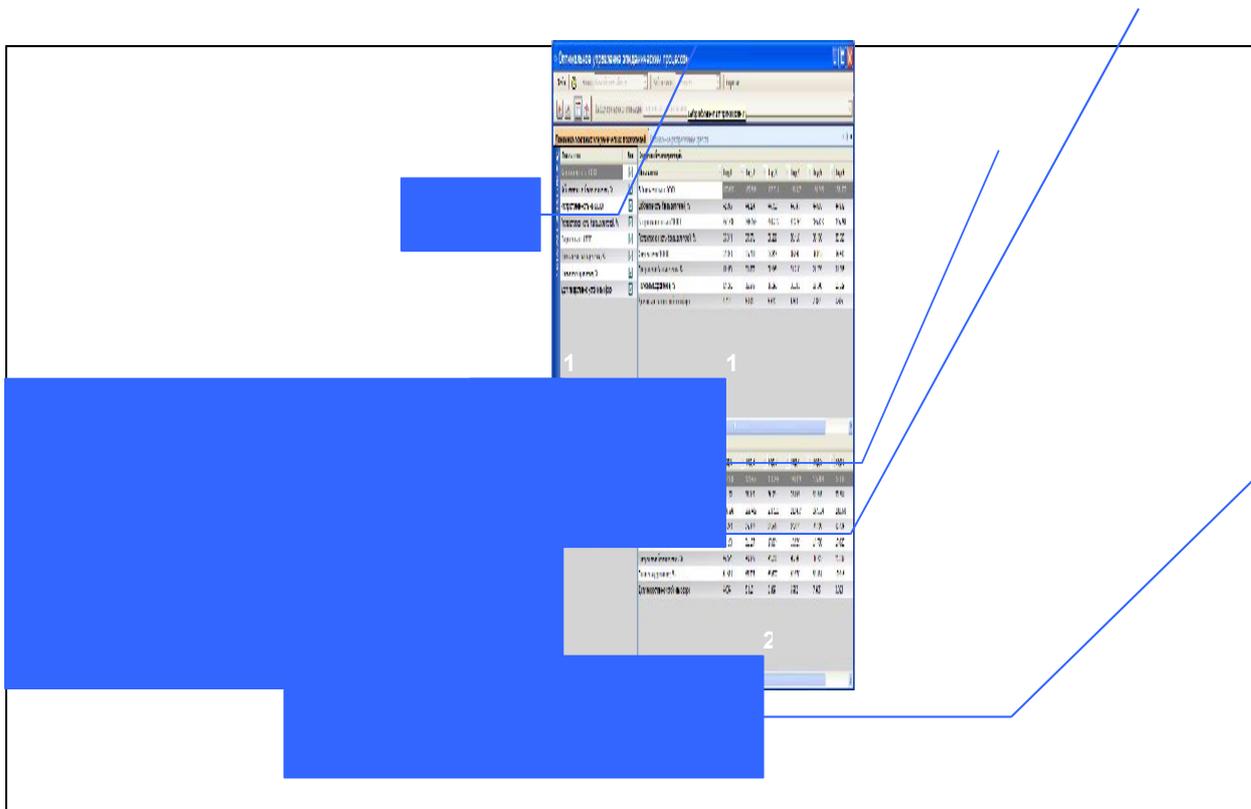


Рисунок 9. Основная панель отображения результатов при оптимальном управлении.

3.2 Описание интерфейса окна «Результаты».

Верхняя часть окна та же, что и для окон ввода данных и содержит пункты меню данные о выбранном заболевании и регионе, панель функциональных кнопок и критерий оптимизации.

Ниже расположена строка выбора данных для визуализации **17** «Динамика основных эпидемических показателей» или «Оптимальное распределение средств»

Еще ниже идет перечень основных эпидемических показателей **18** (тех же, что и в блоке «Прогнозирование») и окна выбора показателей для визуализации.

После выбора показателей, эта панель может быть скрыта посредством нажатия кнопки «<<» в левом нижнем углу.

Правее расположена таблица прогноза значений выбранных показателей в отсутствие интервенций **19**.

Ниже расположена таблица прогноза значений выбранных показателей **20** при оптимальном распределении средств (8) между выбранными интервенциями.

Кнопка «Отображение результатов в графическом виде», отвечает за представление данных в графической форме. Графически отображаются только показатели, отмеченные на панели окон 18 (рис. 9).

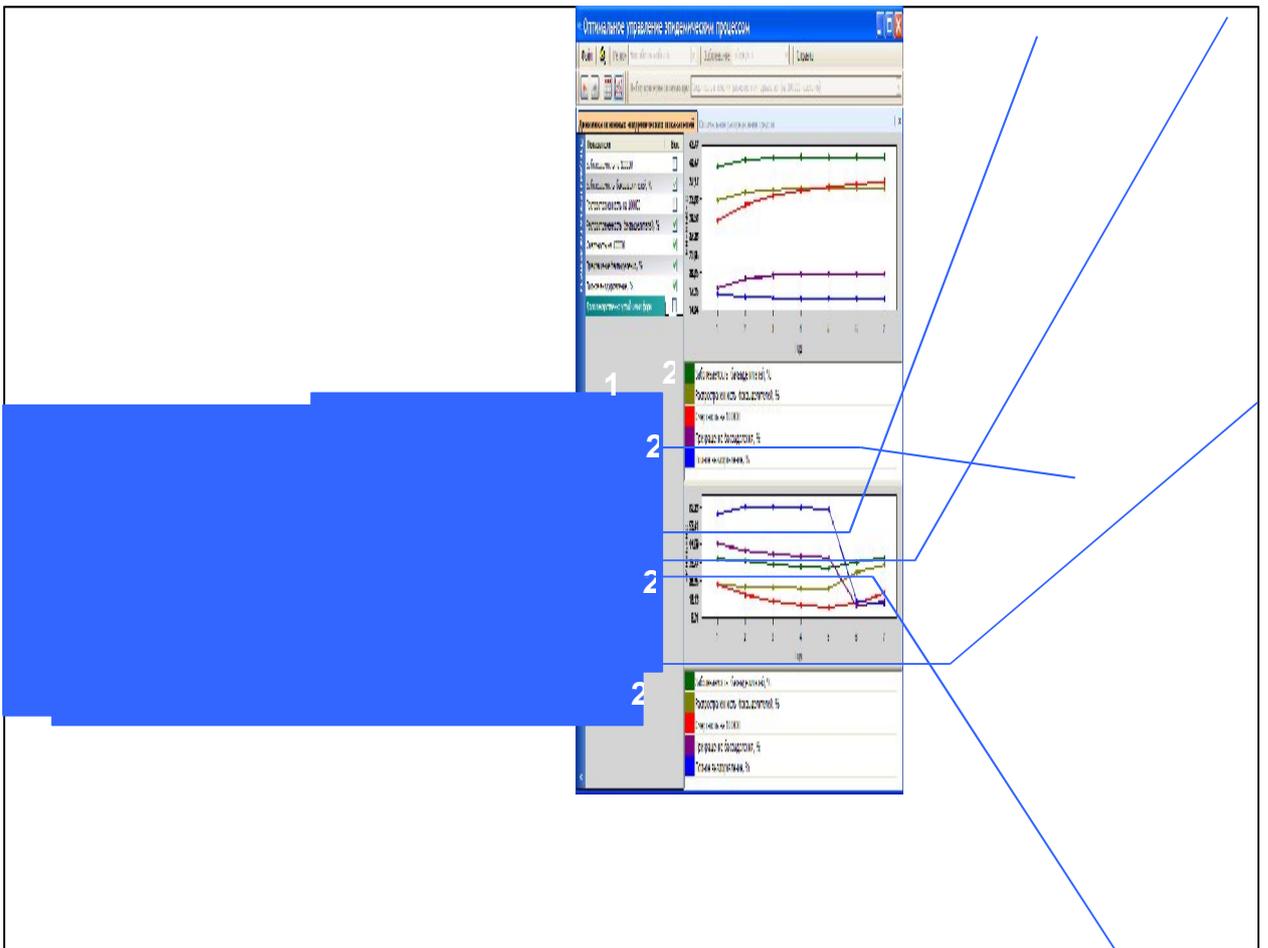


Рис. 10. Панель графического представления результатов при оптимальном управлении.

Как и на предыдущей панели (рис. 10), сверху отображаются кривые прогноза показателей без интервенций **21**, снизу – при оптимальном управлении **23**.

Панели **22** и **24** представляют цветовую гамму кривых для выбранных показателей.

Выбор для отображения **оптимального распределения средств** (кнопка на панели **17**), в зависимости от того, какое представление было выбрано ранее: табличное или графическое, отображает динамику расходования выделенных средств по годам (рис. 11, 12).

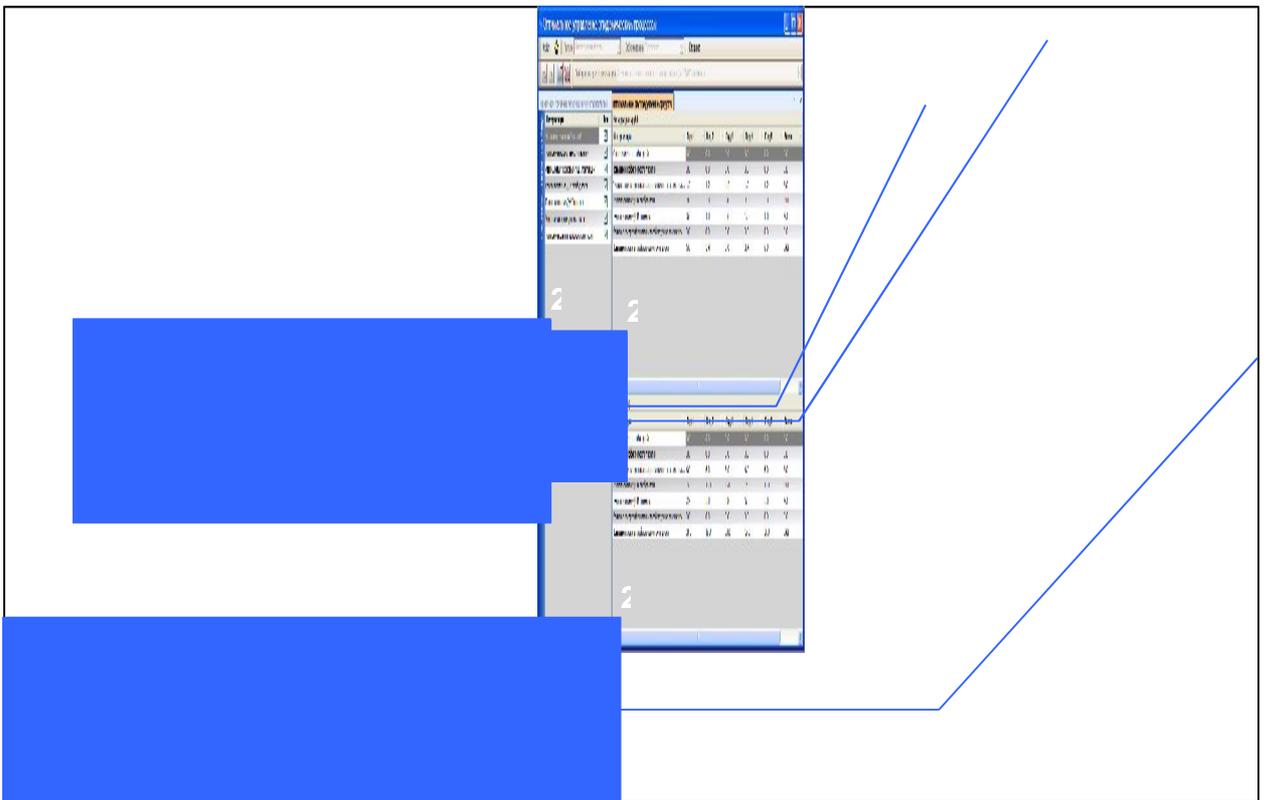


Рисунок 11. Табличное отображение распределения средств при оптимальном управлении.

На рис. 11 представлена панель выбора интервенций для отображения (окна **25**). Панель может быть скрыта нажатием кнопки '<<<' в левом нижнем углу экрана.

Две таблицы представляют собой распределение средств между выбранными интервенциями по года в миллионах рублей (верхняя таблица, **26**) и в процентах (нижняя таблица, **27**).

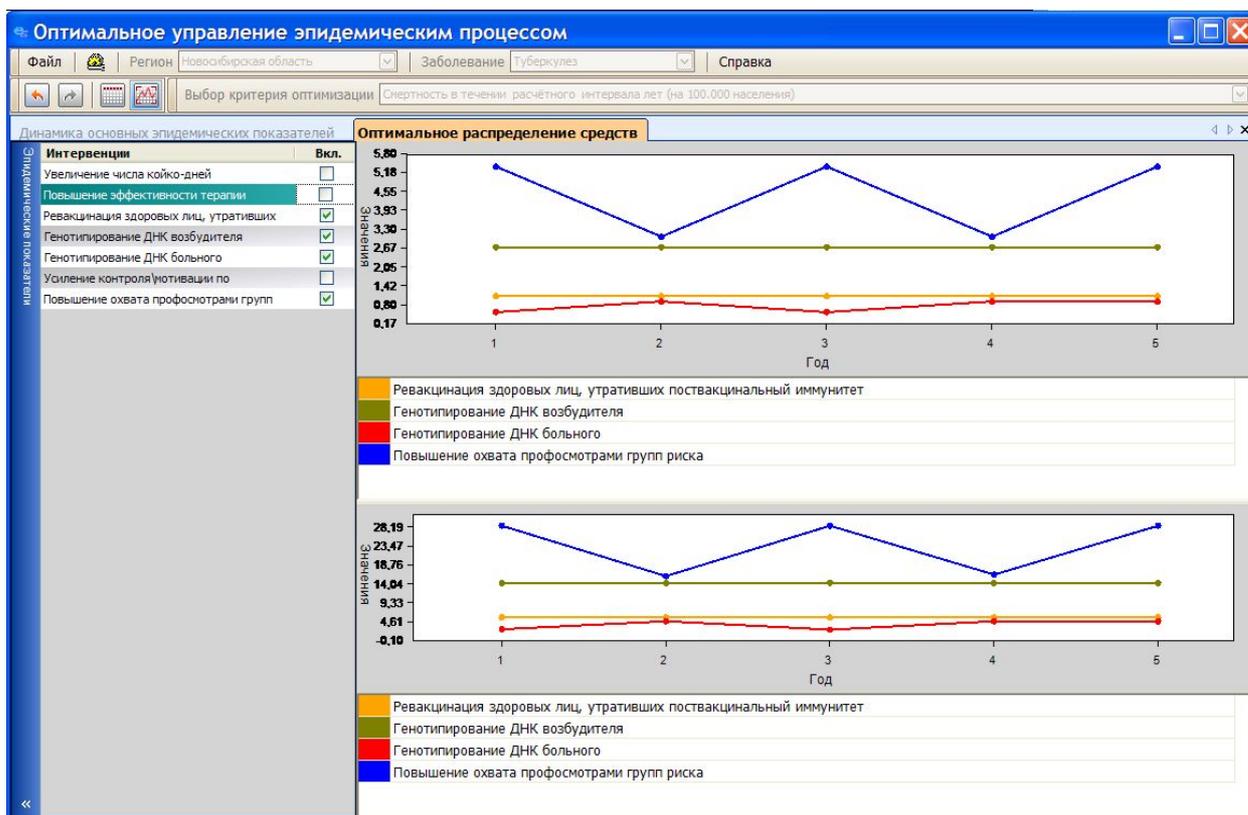


Рисунок 12. Графическое отображение распределения средств при оптимальном управлении.

4. Рекомендации по освоению

Наличие дружественного интерфейса не создаст трудностей в освоении и эксплуатации модуля.

Нужно только запомнить несколько простых правил:

1. Не забывайте выбрать регион и заболевание, для которых проводится расчет в основном окне ввода данных. Если ничего не выбрано, то «по умолчанию» выбираются Новосибирская область и туберкулез, соответственно.
2. Обязательно следует выбрать интервенции, вклады в которые будут оптимизироваться. Начальный набор интервенций пуст.
3. Желательно сохранять введенные данные и результаты расчетов, чтобы можно было сравнивать результаты, сохраненные в предыдущих сеансах.
4. Поскольку в медицинской статистике отсутствуют дифференцированные данные по основным эпидемическим показателям для разных штаммов возбудителей, модель, прежде всего, настроена на работу с некоторым «усредненным» возбудителем, обладающим «частичной» лекарственной устойчивостью. Однако, в специальных исследованиях, можно «подключать» и другие, лекарственно устойчивые штаммы.
5. Не пытайтесь делать долгосрочные прогнозы. Модельные расчеты достаточно хорошо прогнозируют развитие эпидемий на ближайшие 2-3 года, хуже на 5-6 лет. Чем более продолжителен прогноз, тем больше ошибка предсказания и тем больше шансов на то, что за время прогноза изменится социально-экономическая, демографическая, экономическая ситуация и пр. что изменит характеристики эпидемии, которые не будут учтены в модели.
6. В блоке оптимального управления не пытайтесь задавать большие средства для распределения между интервенциями. Некоторые интервенции весьма «дешевы» и не смогут эффективно использовать избыточно выделенные средства.