

На правах рукописи

Гомоненко Евгений Михайлович

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ СИФИЛИСОМ И АНАЛИЗЕ  
ВЛИЯНИЯ НА ЭПИДЕМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС  
ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

14.01.10 – кожные и венерические болезни

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Новосибирск – 2012

Работа выполнена в Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации

**Научный руководитель:** доктор медицинских наук, профессор  
Прохоренков Виктор Иванович

**Официальные оппоненты:** доктор медицинских наук, профессор  
Зуев Андрей Викторович

(Сибирский государственный медицинский университет, г.Томск,  
профессор кафедры дерматовенерологии)

доктор медицинских наук, профессор  
Юцковский Александр Дмитриевич

(Владивостокский государственный медицинский университет,  
профессор кафедры дерматовенерологии и косметологии)

**Ведущая организация:** Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации

Защита диссертации состоится «\_\_\_»\_\_\_\_\_2012 г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета ДМ208.062.06 при Новосибирском государственном медицинском университете (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52; тел.: (383) 229-10-83)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирского государственного медицинского университета (630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52).

Автореферат разослан «\_\_\_»\_\_\_\_\_2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор медицинских наук, профессор

Т. Б. Решетникова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Подходы к диагностике, лечению и профилактике сифилиса требуют постоянного совершенствования и периодического пересмотра нормативных документов по своевременному оказанию медицинской помощи больным, с рациональными финансовыми затратами, а также научного обоснования объема и периодичности проводимых мероприятий.

При этом рациональное использование финансовых ресурсов в области профилактики возможно лишь при правильном бюджетосберегающем и оптимальном ресурсонаправляющем планировании профилактических и лечебно-диагностических мероприятий (Кунгуров Н.В., 2008; Шакуров И.Г., 2008).

Для этого необходим точный расчет стоимости лечения больных в амбулаторно-поликлинических и стационарных условиях, а также работа по изучению эпидемиологической ситуации среди контингентов, подлежащих медицинским осмотрам, с последующим расчетом финансовых затрат по всем составляющим трудового процесса в оптимальных организационно-технических условиях.

Изысканию и совершенствованию организационных форм активного выявления больных сифилисом, а также разработке методов повышения эффективности профилактической работы в России были посвящены научные исследования многих авторов (Левин М.М., 1982; Евлоева Р.Р., 2007; Кунгуров Н.В., 2007, 2008; Земцов М.А., 2009; Минуллин И.К., 2009; Иванов М.А., 2010; Малютина В.С., 2010 и др.).

За все годы деятельности дерматовенерологической службы в Красноярском крае и республике Тыва попытки анализа эффективности отдельных программ и мероприятий по профилактике сифилиса в разные годы проводилась В.К. Прохоровым (2007), С.В. Токмашевой (2007), В.И. Малютиной (2010), В.И. Прохоренковым (2010), М.В. Родиковым (2010).

Анализ существующих исследований показывает, что данная тема недостаточно разработана в отечественной науке, а методы оценки эффективности современных профилактических программ по борьбе с сифилисом требуют своего уточнения.

Решение всех этих задач возможно лишь на основе углубленного изучения эпидемиологической ситуации по сифилису и изучении математических моделей заболеваемости сифилисом, с выделением «ядерных

групп». Вышеперечисленные факторы определили актуальность и выбор темы исследования.

**Цель исследования.** Изучить медико-социальные, экономические аспекты и возможности математического моделирования сифилитической инфекции как факторов оптимизации профилактических мероприятий в Красноярском крае и Республике Тыва за период 2005 – 2009 гг.

#### **Задачи исследования**

1. Провести анализ заболеваемости сифилисом на территории Красноярского края и Республики Тыва, определить эпидемиологические тенденции.

2. Изучить социально-экономическую и эпидемиологическую эффективность целевых медицинских осмотров на сифилис на территории Красноярского края и Республики Тыва.

3. Оценить возможность применения метода математического моделирования эпидемического процесса при прогнозировании заболеваемости сифилисом на территории Красноярского края.

4. Применить метод математического моделирования эпидемиологической ситуации по сифилису с целью выявления «ядерных групп» и прогнозирования заболеваемости на территории Республики Тыва.

**Научная новизна исследования.** В результате сравнительного исследования заболеваемости сифилисом в Красноярском крае и Республике Тыва с описанием клинических характеристик впервые определены основные тенденции распространения инфекции, с учетом возрастных, гендерных характеристик, социальных групп больных (профессиональные группы, мигранты).

Впервые установлена экономическая эффективность медицинских осмотров с учетом стоимости лечения больных сифилисом.

Впервые проведен расчет эмпирических коэффициентов для моделирования эпидемического процесса при сифилисе.

Впервые при математическом моделировании эпидемического процесса заболеваемости сифилисом в Республике Тыва выявлены «ядерные группы», что позволило определить основные направления профилактических мероприятий.

**Практическая значимость работы.** Полученные результаты, в частности расчет эмпирических показателей для анализа Андерсена Мея, позволяют провести ретроспективное, а затем перспективное прогнозирование

заболеваемости сифилисом в отдельных регионах. Экономические расчеты выявили не только эпидемическую целесообразность, но и экономическую рентабельность периодических и целевых медицинских осмотров на сифилис. Имитационная математическая модель заболеваемости сифилисом в Республике Тыва позволила выявить наиболее уязвимые группы населения и разработать конкретные меры профилактики сифилиса.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. В Красноярском крае и Республике Тыва в период 2005 – 2009 гг. (постэпидемическая стадия заболеваемости сифилисом) выявлено снижение заболеваемости, преобладание манифестных форм, с тенденцией к росту скрытого сифилиса, в т.ч. позднего, и нейросифилиса. В Республике Тыва в этот период отмечается рост заболеваемости сифилисом у женщин в группе 15 – 29 лет, при этом заболеваемость скрытым сифилисом преобладает над манифестными формами инфекции.

2. Эпидемиологический анализ и экономические расчеты показали, что периодические и целевые осмотры на сифилис являются не только эпидемиологически, но и экономически целесообразными, так как, учитывая стоимость лечения предотвращенных случаев заражения сифилисом на 1 руб. затрат, на медицинские осмотры приходится 3,6 – 43 руб. прибыли.

3. Эпидемиологический анализ, проведенный в 58 эпидемических очагах, позволил определить эмпирические коэффициенты для формулы Андерсена Мея  $R = B \times C \times D$ . Применение данных коэффициентов дает возможность прогнозировать заболеваемость сифилисом в определенных регионах.

4. Имитационное математическое моделирование инфекционного процесса в Республике Тыва позволило установить, что «ядерной группой» являются сезонные рабочие, мигрирующие по территории республики – «супермигранты», а также провести прогноз заболеваемости сифилисом на территории Красноярского края.

**Апробация работы.** Основные положения диссертационной работы доложены на 15-й, 19-й и 21-й научно-практических конференциях «Актуальные вопросы дерматовенерологии» (Красноярск, 2005, 2009, 2010), урологической конференции «Актуальные вопросы профилактики, диагностики и лечения урологических заболеваний» (Красноярск, 2012).

**Внедрение результатов работы.** Результаты диссертационной работы вошли отдельной главой в научную монографию В.И. Прохоренкова,

А.П. Обухова, С.Н. Чидаран, А.М. Бекетова, Ю.В. Карачевой, Е.М. Гомоненко. «Сифилис в Центральной Азии (вопросы истории и эпидемиологии) (Красноярск., 2011; 167 с.).

Результаты диссертационной работы внедрены в работу Красноярского краевого кожно-венерологического диспансера № 1, в учебный процесс Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого.

**Публикации.** По теме диссертации опубликованы 5 научных работ, из них 2 статьи – в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых для публикаций основных результатов исследования.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 198 страниц машинописного текста; диссертация иллюстрирована таблицами – 61, рисунками – 5.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Исследование одобрено локальным этическим комитетом Красноярского государственного медицинского университета имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого.

Основная часть исследования проводилась на базе Красноярского краевого кожно-венерологического диспансера № 1 (г. Красноярск, ул. Брянская 79). Кроме этого, были использованы показатели работы кожно-венерологических и других учреждений здравоохранения Красноярского края и Республики Тыва.

При анализе показателей работы кожно-венерологических и других учреждений здравоохранения использовались следующие документы:

– медицинская документация, утвержденная приказом МЗ СССР от 04.10.1980 г. № 1030 «Об утверждении форм первичной медицинской документации учреждений здравоохранения»;

– учетная форма №089/У-КВ «Извещение о больном с вновь установленным диагнозом сифилиса, гонореи, трихомоноза, хламидиоза, герпеса уrogenитального, аногенитальными бородавками, микроспории, фавуса, трихофитии, микоза стоп, чесотки», утвержденная приказом МЗ РФ от 12.08.03 г. № 403;

– медицинская карта (история болезни) стационарного больного –

учетная форма № 003-У;

– медицинская карта больного венерическим заболеванием – учетная форма № 065-У;

– медицинская карта амбулаторного больного – учетная форма №025-У; исследование включало заболевания, входящие в раздел «Инфекции, передаваемые преимущественно половым путем» (А50-А64);

– Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем 10-го пересмотра (МКБ-10) по 15 разделам.

Оценка эффективности проведенных медицинских осмотров за период 2007 – 2009 гг. в Красноярском крае включала в себя:

– расчет возможного числа заражений от больных, выявленных при профилактических осмотрах;

– расчет экономического эффекта от проведения профилактических осмотров по выявлению сифилиса.

Расчет возможного и предотвращенного числа заболеваний (S) сифилиса, гонококковой инфекции, трихомониаза в Красноярском крае проводился по формуле:

$$S = \Pi \times K,$$

где  $\Pi$  – процент выявления заболеваний от числа обследованных, т.е. число выявленных заболеваний на 100 осмотров;

$K$  – число возможных контактов выявленных больных.

Расчет экономического эффекта (Э) от проведения профилактических осмотров по выявлению сифилиса проводился по формуле:

$$\text{Э} = A + B + C / D \times 100$$

где  $A$  – стоимостные данные уменьшения объема медицинской помощи больным сифилисом в расчете на 100 осмотров (итоговые данные 2 этапа исследования);

$B$  – предотвращенный экономический ущерб в связи со снижением временной нетрудоспособности по поводу сифилиса (на 100 осмотров);

$C$  – предотвращенный экономический эффект уменьшения национального дохода (на 100 осмотров);

$D$  – затраты на проведение одного профилактического осмотра.

**Методы математического моделирования.** В работе применена модель, которая описывает процесс распространения инфекции в неоднородной популяции с учетом таких факторов, как:

– половозрастная структура популяции;

– особенности социальных групп.

Модель воспроизводства ИППП, условно определяемая формулой Андерсена-Мея:  $R = B \times C \times D$

Для моделирования эпидемического процесса в Республике Тыва использовали другой подход.

Были введены следующие обозначения для отдельных групп населения:

$X_1 (Y_1)$  – число инфицированных мужчин (женщин) оседлой группы;

$X_2 (Y_2)$  – число здоровых мужчин (женщин) оседлой группы;

$X_3(Y_3)$  – число лечащихся мужчин (женщин) оседлой группы;

$X_4 (Y_4)$  – число инфицированных мужчин (женщин) мигрирующей группы;

$X_5 (Y_5)$  – число здоровых мужчин (женщин) мигрирующей группы;

$X_6(Y_6)$  – число лечащихся мужчин (женщин) мигрирующей группы;

$H'X (H''X)$  – среднее число контактных лиц, приходящихся на одного мужчину оседлого (мигрирующего), в единицу времени (1 нед.);

$H'Y(H''Y)$  – среднее число контактных лиц, приходящихся на одну женщину оседлую (мигрирующую), в единицу времени (1 нед.);

$Q_1X(Q_2X)$  – доля больных мужчин оседлого (мигрирующего) населения, поступающих на лечение в единицу времени;

$Q_1Y(Q_2Y)$  – доля больных женщин оседлых (мигрирующих), выявляемых в единицу времени;

$B_1(B_2)$  – доля больных оседлых (мигрирующих) от общего числа лечащихся в единицу времени;

$PX_{11}(PY_{11})$  – доля лиц мужского и женского пола оседлой группы, вступающих в контакт с оседлой группы;

$PX_{12}(PY_{12})$  – доля лиц мужского и женского пола оседлой группы, вступающих в контакт с лицами мигрирующей группы;

$PX_{22} (PY_{22})$  – доля лиц мужского и женского пола мигрирующей группы, вступающих в контакт с лицами оседлой группы;

$PX_{21} (PY_{21})$  – доля лиц мужского и женского пола мигрирующей группы, вступающих в контакт с лицами мигрирующей группы.

Для величин  $PX_{11}$  и др. справедливы следующие соотношения:

$$PX_{11} = 1 - PX_{12} \text{ и } PY_{11} = 1 - PY_{12}$$

$$PX_{22} = 1 - PX_{21} \text{ и } PY_{22} = 1 - PY_{21}$$

Динамика переменных определяется системой уравнений Пятигорской О.Н:

$$X_3 = Q_{1X} \times X_1 - B_1 \times X_3,$$

где  $X_3$  – число лечащихся мужчин оседлой группы;  $Q_{1X}$  - доля больных мужчин оседлой группы, поступающих на лечение в единицу времени;  $X_1$  - число инфицированных мужчин оседлой группы;  $B_1$  – доля больных оседлой группы от общего числа лечащихся в единицу времени;  $X_3$  - число лечащихся мужчин оседлой группы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В Красноярском крае в период 2005 – 2009 гг. сформировалась постэпидемическая стадия заболеваемости сифилисом, которая характеризуется снижением заболеваемости, преобладанием манифестных форм, с тенденцией к росту скрытого сифилиса, в т.ч. позднего, и нейросифилиса. В Республике Тыва постэпидемическая стадия заболеваемости сифилисом имеет следующие особенности: рост заболеваемости женщин в группах 15 – 19 лет и 20 – 29 лет, при этом заболеваемость скрытым сифилисом преобладает над манифестными формами инфекции (табл. 1, 2).

При изучении социально-экономических показателей медицинских осмотров в Красноярском крае учитывались стоимость целевых медицинских осмотров (табл. 3, 4), стоимость лечения предотвращенных случаев заболевания сифилисом (табл. 5), расчет стоимости затрат на лечение больных сифилисом (табл. 6), стоимость недопроизведенной продукции (табл. 7), стоимость лечения предотвращенного числа заражений (табл. 8).

Таблица 1

### Заболеваемость различными формами сифилиса в Красноярском крае в 2005 – 2009 гг. (на 100 000 населения)

Заболевание	Год				
	2005	2006	2007	2008	2009
Сифилис – все формы, в т.ч.:	137,0	119,3	90,3	66,7	51,3
первичный	30,7	24,8	16,8	10,0	8,6
вторичный	68,3	60,2	40,3	31,4	23,0
скрытый ранний	35,3	32,1	25,4	19,3	15,7
поздние скрытые формы (сифилис скрытый, н.с. и ССС)	1,1	2,0	4,8	5,8	3,7
врожденный	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3

Таблица 2

**Распределение больных сифилисом по возрасту и нозологиям в республике Тыва в 2009 г.**

Формы сифилиса	Возраст							Удельный вес по формам, %
	0-14 лет	15-17 лет	18-19 лет	20-29 лет	30-39 лет	40 лет и старше	всего	
Первичный	–	14	19	51	9	6	99	8,9
Вторичный	3	44	78	190	25	14	354	31,7
Ранний скрыт.	9	24	90	371	95	52	641	57,5
Другие формы	2		2	11	1	5	21	1,9
Всего	14	82	189	623	130	77	1115	100

Таблица 3

**Оценка экономического эффекта проведения профилактических осмотров (руб.)**

Год	А		В		С		Д	Э	
	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	Стоимость осмотра	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)
2007	228 840,1	2724 927,7	363	5821,2	2376	38102,4	635	3,65	43,6
2009	273 976	1726 479,7	124	2377,7	760	14573	1120	2,45	15,6

Таблица 4

**Стоимость целевых медицинских осмотров в Красноярском крае в 2007 - 2009 гг. (в рублях)**

Годы	Численность лиц, подлежащих осмотрам	Средняя кратность осмотров в год	Стоимость 1-го осмотра (руб.)	Общая стоимость осмотров (руб.)
1	2	3	4	5
2007	486 607	2,2	635	67 903 979
2008	467 655	2,4	830	931 568 760

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
2009	454 032	2,6	1120	1 322 141 184

Таблица 5

**Расчет стоимости лечения одного предотвращенного случая заболевания сифилисом в 2007 г. и 2009 г. (от одного больного) (в рублях)**

Доля в структуре предотвращенных заражений от одного больного, %		Реальная стоимость лечения 1 больного (в руб.)			
		в стационаре		амбулаторное лечение	
2007 г.	2009 г.	2007 г.	2009 г.	2007 г.	2009 г.
16,7	18,4	13 703	14 890	5 439	6 670
всего		$16,7 \times 13\ 703 = 228\ 840,1$	$18,4 \times 14\ 890 = 273\ 976,0$	$16,7 \times 5\ 439 = 90\ 831,3$	$18,4 \times 6\ 670 = 122\ 728,0$

Таблица 6

**Расчет стоимости затрат на лечение (в рублях)**

Год	Больные сифилисом, пролеченные амбулаторно, %	Стоимость лечения 1 больного сифилисом амб. (в руб.)	Стоимость лечения больных сифилисом, пролеченных в стационаре, %	Стоимость лечения 1 больного сифилисом в стационаре (в руб.)	Расчетная стоимость затрат на лечение (в руб.)	Всего (в руб.)
2007	6,8	5439	93,2	13 703	$6,8 \times 5439 = 36985,2$	1314104,8
					$93,2 \times 13703 = 1277119,6$	
2009	35,8	6670	64,2	14 890	$35,8 \times 6670 = 238786$	1194724
					$64,2 \times 14890 = 955938$	

Таблица 7

**Расчет стоимости недопроизведенной продукции  
(в рублях на 100 осмотров)**

Наименование показателей	2007 г.	2009 г.
При учете 1 контакта на выявленного больного	$3600 \times 1,2 \times 0,55 = 2376$	$3800 \times 0,5 \times 0,4 = 760$
При учете всех контактов	$3600 \times 1,2 \times 8,82 = 38102,4$	$38000 \times 0,5 \times 7,67 = 14573$

Таблица 8

**Расчет стоимости лечения предотвращенного числа заражений от больных, выявленных при профилактических осмотрах, с учетом последующих контактов зараженных от них больных (все контакты)**

**(в руб.)**

Доля в структуре предотвращенных заражений от одного больного, %		Общая стоимость затрат на лечение больных сифилисом (в руб.)	
2007 г.	2009 г.	2007 г.	2009 г.
4,8	0,5	1 314 104,8	1 194 724
всего		$4,8 \times 1\,314\,104,8 =$ 6 307 703,04	$0,5 \times 1\,194\,724 =$ 597 362

Социально-экономический анализ профилактических осмотров в Красноярском крае показал не только их эпидемиологическую эффективность, но и экономическую рентабельность.

Расчет экономического эффекта (Э) от проведения профилактических осмотров проведен по формуле:

$$\text{Э} = \text{А} + \text{В} + \text{С} / \text{Д} \times 100$$

Расчет показал (табл. 9), что периодические и целевые осмотры на сифилис являются эпидемиологически и экономически целесообразными, т.к. на 1 рубль затрат при этом, приходится 3,6 – 43,0 руб. прибыли.

Анализ профилактических мероприятий в Республике Тыва на высоте эпидемической заболеваемости сифилисом показал эпидемиологическую целесообразность массового скрининга населения, позволившего выявить среди работников отгонного скотоводства и членов их семей 52,1 % всех случаев сифилиса (табл. 10).

Таблица 9

**Оценка экономического эффекта проведения профилактических осмотров (руб)**

Год	А (руб)		В (руб)		С (руб)		Д (руб)	Э (руб)	
	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)	Стоимость осмотра	(учет одного контакта)	(учет всех контактов)
2007	228840,1	2724927,7	363	5821,2	2376	38102,4	635	3,65	43,6
2009	273 976	1726479,7	124	2377,7	760	14573	1120	2,45	15,6

Таблица 10

**Структура мигрирующего населения, заболевшего сифилисом в республике Тыва за 2007-- – 2010 гг. (в абсолютных числах и %)**

Годы	Количество всех обследуемых		Количество больных		Из них:						Общее количество здоровых	
					Скотоводы и члены семей		Безработные		Другие группы			
	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%	Абс	%
2007	456	100	167	36,6	87	52,1	55	32,9	25	15	289	63,4
2008	473	100	245	51,8	115	46,9	100	40,8	30	12,3	228	48,2
2009	446	100	148	33,2	67	45,3	60	40,5	21	14,2	298	66,8
2010	251	100	85	33,9	36	42,4	40	47,0	9	10,6	166	66,1

Эпидемиологический анализ, проведенный в 58 эпидемических очагах, в которых в процесс были вовлечены 624 больных сифилисом и 289 здоровых лиц и половых контактов, позволил определить эмпирические коэффициенты

для формулы Андерсена-Мея  $R = B \times C \times D$  (табл. 11). Анализ дал возможность прогнозировать заболеваемость сифилисом в определенных регионах.

Таблица 11

**Динамика распространения сифилитической инфекции в зависимости от стадии заболевания в исследуемой группе (58 очагов)**

Диагноз	Количество источников заражения	Доля зараженных в общем их числе	Всего зараженных из числа половых контактов	Здоровые половые контакты	Коэффициент заражения	Количество половых контактов на одного больного
Сифилис I (серонегативный)	4 (1,7 %)	–	0 (0 %)	0 (0 %)	–	–
Сифилис I (серопозитивный)	35 (14,8 %)	29 (7,5 %)	29 (23,8 %)	93 (76,2 %)	0,82	3,5
Сифилис II (свежий)	74 (31,3 %)	105 (27,0 %)	105 (58,9 %)	73 (41,1 %)	1,4	2,4
Сифилис II (рецидивный)	104 (44,0 %)	188 (48,4 %)	188 (64,4 %)	104 (35,6 %)	1,8	2,8
Сифилис скрытый ранний	19 (8,0 %)	66 (17,0 %)	66 (77,6 %)	19 (22,4 %)	3,5	4,5
Всего:	236 (100 %)	388 (100 %)	388 (57,3 %)	289 (42,7 %)	1,64	2,9

Модель воспроизводства ИППП определялась по формуле Андерсена-Мея:

$$R = B \times C \times D,$$

где  $R$  – среднее количество новых заражений, возникающих от одного первичного случая (базовая репродуктивная скорость инфекции);

$B$  – средняя вероятность передачи инфекции на каждого нового полового партнера (заразность);

$D$  – средняя продолжительность периода инфекционности;

$C$  – средняя частота приобретения новых половых партнеров в единицу времени.

В работе предпринята попытка ретроспективного прогнозирования заболеваемости сифилисом по Красноярскому краю за период с 2005 по 2011 гг.; выбрана формула расчета естественного прироста заболеваемости за единицу времени 1 год (табл. 12):

$$x_{t+1} = x_t + (x_t \times B/R - x_t),$$

где  $R$  – базовое репродуктивное число инфекции;

$B$  – количество контактов на одного больного;

Показатели  $B, C, D$  представлены в табл. 12.

$$X_{t+1} = x_t \times R \times B/C - V_t,$$

где  $V_t$  – показатель непредотвращенных случаев сифилитической инфекции медицинской службой региона за год.

Таблица 12

**Ретроспективный прогноз заболеваемости сифилисом в Красноярском крае с 2005 по 2011 г.**

Показатели	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Прогноз количества больных сифилисом	–	2223	2728	2067	2023	1888	1877
Зарегистрировано больных сифилисом	2283	2279	2035	1991	1947	1934	1774
Неточность прогноза (число случаев)	–	+56	+693	+76	+76	-46	+103

Имитационное математическое моделирование инфекционного процесса в Республике Тыва позволило установить, что «ядерной группой» являются сезонные рабочие, мигрирующие по территории республики («супермигранты»). Особенностью эпидемиологического процесса в Республике Тыва является большая роль в заболеваемости сифилисом мигрирующего населения (табл. 13).

**Динамика мигрирующего населения, заболевшего сифилисом в Республике Тыва за 2007 – 2010 гг. (в абсолютных числах и %)**

Годы	Мигрирующее население					
	Общее количество		жен.		муж.	
	Абс. количество	% от общего количества заболевших в Республике	Абс.	%	Абс.	%
2007	167	13,8	83	49,7	84	50,3
2008	245	16,1	123	50,2	122	49,8
2009	148	13,3	76	51,1	72	48,9
2010	85	10,5	43	50,8	42	49,2

Математическое моделирование эпидемического процесса при сифилисе в Республике Тыва показало, что увеличение среднего числа контактных лиц мужчин и женщин, приходящихся на одного представителя оседлой группы в единицу времени  $t$  на 20,0 %, приводит к увеличению числа инфицированных больных оседлой группы на конец пятилетнего периода на 38,0 %. На уровень заболеваемости мигрирующей группы изменение данного параметра не влияет. При увеличении же данного параметра на 20,0 %, число инфицированных лиц мигрирующей группы больных сифилисом на территории Красноярского края на конец 5 летнего периода увеличивается на 30,0 %, а число инфицированных лиц оседлого населения на 10,0 %. Имитационное моделирование контактности между оседлой и мигрирующей группами населения на динамику эпидемических показателей иллюстрировало, что увеличение доли мужчин оседлой группы, вступающих в контакт с лицами женского пола мигрирующей группы на 5 %, приводит к росту численности инфицированных мужчин оседлой группы за 5-летний период на 150 %.

### ВЫВОДЫ

1. В Красноярском крае и Республике Тыва за период 2005 – 2009 гг. сформировалась постэпидемическая стадия заболеваемости сифилисом. Она характеризуется снижением заболеваемости, преобладанием манифестных форм и тенденцией к росту скрытого сифилиса, в т.ч. позднего скрытого, и нейросифилиса. Вместе с тем отмечается высокая заболеваемость врожденным сифилисом.

2. Периодические и целевые медицинские осмотры являются одной из основных форм активного выявления больных сифилисом. В структуре заболеваемости при расчете возможного числа заражений от больных, выявленных при периодических осмотрах (от 1 больного на 100 обследованных), доля сифилиса составила 16,7 % в 2007 г. и 18,4 % в 2009 г.

Экономические расчеты, учитывающие стоимость затрат на лечение больных сифилисом (стационарное и амбулаторное), а также стоимость лечения предотвращенных случаев заражения сифилисом, показали, что в 2007 г. в Красноярском крае на 1 руб. затрат на периодические медицинские осмотры приходилось 3,6 – 43 руб. прибыли.

3. В Республике Тыва в период эпидемии сифилиса, кроме периодических медицинских осмотров, практиковали массовые целевые осмотры на сифилис (массовый скрининг населения). За период с 2007 по 2009 г при целевых медицинских осмотрах выявлено 31,8 % больных сифилисом. При этом среди скотоводов-кочевников и членов их семей в 2007 г. выявлено 52,1 % от всех случаев сифилиса.

4. Эпидемиологический анализ, проведенный в 58 эпидемических очагах (в эпидемический процесс вовлечены 624 больных сифилисом и 289 здоровых лиц, половых контактов) позволил провести расчет эмпирических коэффициентов для формулы Андерсена Мея  $R = B \times C \times D$ . Анализ показал, что показатели B (средняя вероятность заражения), D (равная 24 месяцам), составил 1,6; показатель C составил в среднем 2,9 (при раннем скрытом сифилисе он увеличивался до 4,5). Применение эмпирических показателей позволило провести путем математического моделирования ретроспективный прогноз заболеваемости сифилисом на территории Красноярского края.

5. Имитационное математическое моделирование эпидемического процесса заболеваемости сифилисом в Республике Тыва позволило установить, что «ядерной группой» является группа сезонных рабочих, мигрирующих по территории республики («супермигранты»).

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При перспективном планировании работы дерматовенерологических учреждений рекомендовано применять методы математического моделирования, позволяющие в любом регионе провести прогнозирование заболеваемости сифилисом и оптимизировать планирование финансовых затрат на проведение профилактических мероприятий.

2. Органам управления здравоохранения в Красноярском крае и Республике Тыва необходимо разработать документы, детально регламентирующие периодические и целевые медицинские осмотры на сифилис, расширив контингенты обследуемых за счет мигрантов, сезонных рабочих и других «ядерных групп».

3. В Республике Тыва необходимо расширить перечень контингентов, подлежащих периодическим медицинским осмотрам за счет лиц, занимающихся отгонным скотоводством и занятых при этом сезонных рабочих («супермигранты»).

4. При неблагоприятной эпидемиологической ситуации по сифилису рекомендуется шире применять целевые медицинские осмотры на сифилис. Это касается небольших населенных пунктов, контингентов промышленных и сельскохозяйственных предприятий и учебных заведений.

5. При проведении профилактических мероприятий по сифилису в различных «ядерных группах» рекомендовано применять метод математического моделирования, который дает возможность объективной оценки основной «ядерной группы», снижение заболеваемости в которой в силу эпидемиологических закономерностей позволит снизить заболеваемость сифилисом и в других «группах риска». Примером может служить группа «супермигрантов» в Республике Тыва.

#### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Прохоренков В.И., Обухов А.П., Чидаран С.Н., Бекетов А.М., Карачева Ю.В., **Гомоненко Е.М.** Сифилис в Центральной Азии (вопросы истории и эпидемиологии): монография. Красноярск: ООО ИД «КЛАСС ПЛЮС», 2011. – 167 с., автора – 3,5 п.л.

2. Прохоренков В.И., **Гомоненко Е.М.**, Карачева Ю.В., Бекетов А.М., Шергин С.Н. Варианты математического моделирования эпидемического процесса при сифилисе // **Клиническая дерматология и венерология**. 2008. № 3. С. 47-51, автора – 0,13 п.л.

3. Прохоренков В.И., Бекетов А.М., Шергин С.Н., **Гомоненко Е.М.** Возможности математического моделирования в изучении закономерности развития эпидемического процесса при сифилитической инфекции // **Клиническая дерматология и венерология**. 2011. № 1. С. 26-33, автора – 0,25 п.л.

4. Прохоренков В.И., **Гомоненко Е.М.**, Карачева Ю.В., Бекетов А.М., Шергин С.Н. Некоторые подходы к математическому моделированию

эпидемического процесса при сифилисе // Сибирский журнал дерматологии и венерологии. 2008. № 9. С. 98-100, автора – 0,08 п.л.

5. **Гомоненко Е.М.**, Бекетов А.М., Винник Ю.Ю., Прохоренков В.И. Перспективный прогноз заболеваемости сифилисом на территории Красноярского края с использованием методов математической модели ИППП // Актуальные вопросы профилактики и лечения урологических заболеваний : сборник материалов региональной научно-практической конференции, посвященной 100-летию профессора Н.И. Захарова. Красноярск, 2012. С.35-38, автора – 0,13 п.л.