

УДК 616-036.22

<http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2021-13-2-85-93>

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЭПИДЕМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВИЧ-ИНФЕКЦИИ В РЕГИОНЕ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ПОРАЖЕННОСТИ ВИЧ КАК ДЕТЕРМИНАНТА НАПРАВЛЕННОСТИ ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕР

© ^{1,2}С. Е. Кондратова*, ¹А. Н. Марченко, ^{1,3}Е. Н. Мельникова¹Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень, Россия²Филиал «Больница» Медико-санитарной части № 72, Тюмень, Россия³Центр по борьбе со СПИД, Тюмень, Россия

Цель исследования: выявление возможностей влияния на развитие эпидемического процесса ВИЧ-инфекции.

Материалы и методы. Для оценки прогнозирования эпидемиологической ситуации использованы методы математического моделирования и статистического анализа. Кроме того, в работе применены методы эпидемиологического исследования: аналитический, описательно-оценочный, метод статистического наблюдения с расчетом интенсивных и экстенсивных показателей, сплошное наблюдательное ретроспективное эпидемиологическое исследование в объеме генеральной совокупности за многолетний период.

Результаты исследования. Ретроспективный анализ развития эпидемического процесса ВИЧ-инфекции на территории региона с высоким уровнем пораженности ВИЧ за 26-летний период с момента регистрации первого случая заболевания в 1993 г. показал, что в регионе на современном этапе сформировалась концентрированная стадия эпидемии со среднелетним темпом прироста ВИЧ +259,9% против общероссийского +31,4%. К окончанию 2018 г. характерной тенденцией в возрастной структуре ВИЧ-инфицированных является снижение доли лиц возраста до 24 лет, преобладание лиц 35–44 лет, заметный рост возрастной группы 55–64 лет с преобладанием женщин, зараженных половым гетеросексуальным путем (55,8%). Прогнозирование эпидемиологической ситуации в отношении возрастной структуры ВИЧ-инфицированных до 2023 г. показало устойчивую тенденцию к росту числа ВИЧ-положительных возрастной группы до 14 лет, 40–49 лет, 50 лет и старше. Имеет место достаточно высокий темп распространения ВИЧ среди женщин.

Выводы. На современном этапе развития эпидемического процесса ВИЧ-инфекции основную долю ВИЧ-инфицированных составляют лица 35–44 лет (72,4%). Полученные в ходе исследования результаты прогнозирования развития эпидемической ситуации в отношении ВИЧ-инфекции до 2023 г. позволяют сосредоточить противоэпидемическую работу на эпидемиологически значимых возрастных группах.

Ключевые слова: ВИЧ/СПИД, пораженность, моделирование, прогнозирование эпидемического процесса

*Контакт: Кондратова Светлана Евгеньевна, sardyksosvetlana@mail.ru

MODELING OF FORECASTING THE DEVELOPMENT OF THE HIV EPIDEMIC PROCESS IN A REGION WITH A HIGH LEVEL OF HIV INFECTION AS A DETERMINANT OF THE DIRECTION OF ANTI-EPIDEMIC MEASURES

© ^{1,2}Svetlana Ye. Kondratova*, ¹Aleksandr N. Marchenko, ^{1,3}Elena N. Melnikova¹Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia²Branch «Hospital» of Medical and sanitary part № 72, Tyumen, Russia³Center for AIDS control, Tyumen, Russia

Aim. Identification of opportunities to influence the development of the epidemic process of HIV infection.

Materials and methods. Mathematical modeling and statistical analysis methods were used to assess the epidemiological situation forecast. In addition, the work uses methods of epidemiological research: analytical, descriptive and evaluative, statistical observation method with the calculation of intensive and extensive indicators, a continuous observational retrospective epidemiological study in the volume of the General population over a long period.

Results. A retrospective analysis of the development of the epidemic process of HIV infection in a region with a high level of HIV infection over a 26-year period since the first case was registered in 1993 showed that a concentrated stage of the epidemic has formed in the region at the present stage with an average annual rate of HIV growth of +259,9% against the national rate of +31,4%. By the end of 2018 a characteristic trend in the age structure of HIV is to reduce the proportion of persons aged up to 24 years, the prevalence of persons 35–44 years of age, a notable increase of the age group 55–64 years with a predominance of women infected by heterosexual sex (55,8 per cent). Predicting the epidemiological situation in relation to the age structure of HIV-infected people until 2023 showed a steady trend towards an increase in the HIV-positive age group up to 14 years, 40–49 years, 50 years and older. There is a fairly high rate of HIV transmission among women.

Conclusions. At the present stage of development of the epidemic process of HIV infection, the main share of HIV-infected people is 35–44 years old (72,4%). The results obtained during the study of predicting the development of the epidemic situation with regard to HIV infection until 2023 allow us to focus the anti-epidemic work of epidemiologically significant age groups.

Key words: HIV/AIDS, infestation, modeling, forecasting of the epidemic process

*Contact: Kondratova Svetlana Evgenievna, sardykosvetlana@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Кондратова С.Е., Марченко А.Н., Мельникова Е.Н. Моделирование прогнозирования развития эпидемического процесса ВИЧ-инфекции в регионе с высоким уровнем пораженности ВИЧ как детерминанта направленности противозидемических мер // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2021. Т. 13, № 2. С. 85–93, <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2021-13-2-85-93>.

Conflict of interest: the authors stated that there is no potential conflict of interest.

For citation: Kondratova S.Ye., Marchenko AN., Melnikova E.N. Modeling of forecasting the development of the HIV epidemic process in a region with a high level of HIV infection as a determinant of the direction of anti-epidemic measure // *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*. 2021. Vol. 13, No. 2. P. 85–93, <http://dx.doi.org/10.22328/2077-9828-2021-13-2-85-93>.

Введение. ВИЧ-инфекция по влиянию на демографическую ситуацию вполне соизмерима с мировыми войнами¹. За 38 лет, прошедших с момента ее обнаружения до конца 2018 г., она затронула около 70 млн человек и унесла более 32 (23,6–43,8) млн человеческих жизней² [1]. По данным ВОЗ, в 2019 г. общемировое число живущих с ВИЧ составляло 38 млн человек. Число новых случаев заражения в этом же году составило 1,7 (1,4–2,3) млн. В 2019 г. от причин, связанных с ВИЧ, во всем мире умерло 690 000 (500 000–970 000) человек³. В настоящее время ВИЧ-инфекция является интегральной проблемой, которая касается всех сфер жизни общества [2–4]. Эпидемия негативно сказывается на демографиче-

ской и экономической ситуации, способствуя снижению численности трудоспособного населения из-за преждевременной гибели мужчин и женщин, повышению детской смертности, уменьшению возможной численности населения, является частой причиной смерти девушек и женщин детородного возраста (15–49 лет⁴) [5]. Характерным в эпидемическом процессе становится рост числа случаев ВИЧ среди лиц старшей возрастной группы⁵ [6–8]. В России в первой «десятке» по уровню заболеваемости и пораженности ВИЧ несколько лет находится самая большая область Уральского федерального округа (УрФО) — Тюменская. На территории региона с высоким уровнем пораженности ВИЧ за 26-летний период с момента

¹ Покровский В.В., Ладная Н.Н., Покровская А.В. ВИЧ/СПИД сокращает число россиян и продолжительность их жизни // *Демографическое обозрение*. 2017. № 1. [Электронный ресурс] [Pokrovsky V.V., Ladnaya N.N., Pokrovskaya A.V. HIV/AIDS reduces the number of Russians and their life expectancy. *Demographic Review*, 2017, No. 1 (In Russ.)]. [Electronic resource]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vich-sp-id-sokraschaet-chislo-rossiyan-i-prodolzhitelnost-ih-zhizni>. Ссылка активна на 26.01.2020.

² Global report UNAIDS. Report on the global HIV/AIDS epidemic. Geneva, UNAIDS. URL: <https://www.unaids.org/ru/resources/fact-sheet>. (accessed: 18.12.2019).

³ UNAIDS (2015). Strategy 2016–2021. http://www.unaids.org/en/resources/documents/2015/UNAIDS_PCB37_15-18 (accessed 02.12.2018).

⁴ New CDC Recommendations for HIV Testing in Laboratories: A step-by-step account of the approach. 2014. URL: <http://www.cdc.gov> (accessed: 12.12.2018).

⁵ New CDC Recommendations: HIV Among People Aged 50 and Older. 2018. URL: <http://www.cdc.gov> (accessed: 12.03.2019).

регистрации первого случая заболевания в 1993 г. на современном этапе сформировалась концентрированная стадия эпидемии с высокоинтенсивным среднесулетним темпом прироста ВИЧ +259,9% против общероссийского +31,4% [9].

Цель исследования: выявление возможностей снижения активности эпидемического процесса ВИЧ-инфекции в регионе с высоким уровнем пораженности ВИЧ с использованием методов прогнозирования.

Материалы и методы. В работе использованы описательно-оценочный, статистические и эпидемиологические методы исследования, в том числе аналитический, метод статистического наблюдения с расчетом интенсивных (заболеваемость, пораженность) и экстенсивных показателей (структура, доли), сплошное наблюдательное ретроспективное эпидемиологическое исследование в объеме генеральной совокупности за многолетний период. Материалы проанализированы и статистически обработаны в программе Microsoft Excel, IBM SPSS Statistics 26.0. Для оценки прогнозирования эпидемиологической ситуации применялись методы математического моделирования и статистического анализа, использовались модели временных рядов. Подбор моделей осуществлен с использованием метода экспоненциального сглаживания (модель Хольта, модель Брауна), модели авторегрессионного интегрированного скользящего среднего ARIMA (Autoregressive integrated moving average). Ряд остатков на отсутствие автокорреляции у полученной модели (разница между фактическими и смоделированными данными) проанализирован с помощью Q-критерия Льюнга–Бокса и на нормальность распределения — критерием Шапиро–Уилка. При моделировании учитывалась наилучшая точность прогноза каждой модели по ряду стандартных показателей: R^2 — коэффициент детерминации (значение, приближающееся к 1, считается наилучшим), средней абсолютной ошибки прогноза в процентах MAPE или средней абсолютной ошибки MAE (<20% — высокая точность прогнозирования, 20–50% — удовлетворительная точность прогнозирования, >50% — низкая точность прогнозирования), оценке средней абсолютной ошибки MAE, минимальному значению Байесовского информационного критерия — BIC (Bayesian information criterion).

Результаты исследования. При анализе многолетних проявлений эпидемического процесса (ЭП) ВИЧ-инфекции в Тюменской области (ТО) уста-

новлено, что по окончании 2019 г. общее кумулятивное число ВИЧ-инфицированных жителей региона достигло 24 939, а число живущих с ВИЧ — 17 991 человек, что составило 1,2% населения. В 2019 г. показатель заболеваемости составил 104,8 на 100 тыс. населения (в 2018 г. — 114,8), при этом показатель пораженности увеличился в 5,5 раз за последние 18 лет.

При изучении гендерной структуры ВИЧ-инфицированных очевидно преобладание мужчин — $57,3 \pm 1,6\%$, при этом доля женщин среди ВИЧ-инфицированных увеличилась в 3 раза за последние 10 лет. Из общего числа выявленных случаев ВИЧ-инфекции в 2019 г. доля полового пути передачи ВИЧ-инфекции увеличилась с $61,4 \pm 1,7\%$ до $71,9 \pm 0,7\%$ по сравнению с 2018 г. К окончанию 2019 г. характерной тенденцией в возрастной структуре ВИЧ-инфицированных было снижение доли лиц возраста до 24 лет и рост возрастной группы 55–64 лет с преобладанием женщин, зараженных половым гетеросексуальным путем (55,8%).

Основная доля ВИЧ-инфицированных приходится на лиц в возрасте 35–39 лет — 20,1% (2018 г. — 23,5%, 2017 г. — 23,2%); 30–34 года — 21,0% (2018 г. — 22,5%, 2017 г. — 22,9%); 25–29 лет — 13,5% (2018 г. — 12,9%, 2017 г. — 16,7%); 40–44 года — 16,8% (2018 г. — 15,9%, 2017 г. — 14,5%).

Устойчивая тенденция к росту числа ВИЧ-инфицированных старших возрастных групп начинает прослеживаться с 2009 г. К 2018 г. доля лиц 40–44 лет составила 15,9% ($n=270$), а лиц старше 45 лет — 17,7%. Заслуживает внимания тот факт, что группа ВИЧ-инфицированных лиц от 45 до 59 лет и старше, выявленная в период 2015–2018 гг., составила более 50% ($n=876$) от всего количества вновь выявленных в этой возрастной категории с 1993 по 2014 г. ($n=680$). Самая старшая возрастная группа — старше 60 лет — достигла своего максимального значения в 2018 г., составив 2,8% ($n=89$) от всех случаев ВИЧ в структуре инфицированных.

За 20 лет кумулятивно зарегистрировано 27,9% случаев смерти ($n=6948$) от всех выявленных в области случаев ВИЧ-инфекции. Среди ВИЧ-инфицированных чаще всего умирали лица женского и мужского пола 30–34 лет, но на современном этапе прослеживается рост доли умирающих в возрасте 40–44 лет в 4,6 раза среди мужчин и в 2 раза среди женщин.

Для снижения активности развития эпидемического процесса, планирования профилактических

и противоэпидемических мероприятий важно ориентироваться на эпидемиологически значимые возрастные целевые группы населения. Модель прогнозирования строили, исходя из данных, имеющихся в практическом здравоохранении региона, с возможностью адаптирования к территории с определенными эпидемиологическими особенностями [10]. Прогнозирование развития ЭП распространения ВИЧ-инфекции в различных воз-

растных категориях населения проводили до 2023 г. (рис. 1–6; табл. 1–6).
Таким образом, прогнозирование развития эпидемиологической ситуации в отношении возрастной структуры ВИЧ-инфицированных в Тюменской области до 2023 г. показало устойчивую тенденцию к росту числа ВИЧ-положительных возрастной группы 40–49 лет, 50 лет и старше. Незначительно увеличится среди ВИЧ-инфицированных число лиц

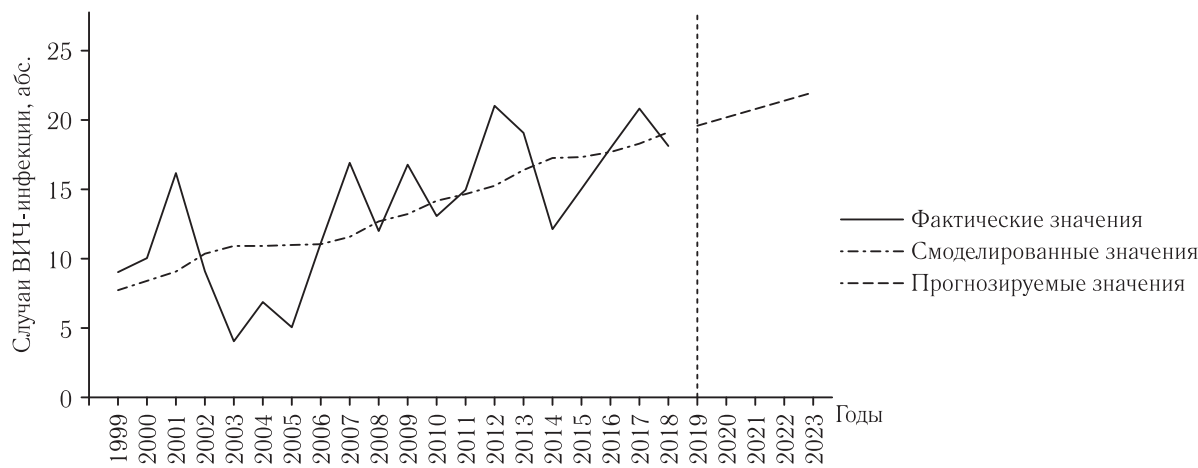


Рис. 1. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц до 14 лет (модель Хольта, абс.)
Fig. 1. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons under 14 years of age (the Holt model, abs.)

Таблица 1

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных до 14 лет (абс.)

Table 1

Predicted values of detection of HIV-infected people under 14 years of age (abs.)

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	20,26	20,85	21,44	22,03
UCL	28,54	29,17	29,80	30,43
LCL	11,98	12,54	13,09	13,64

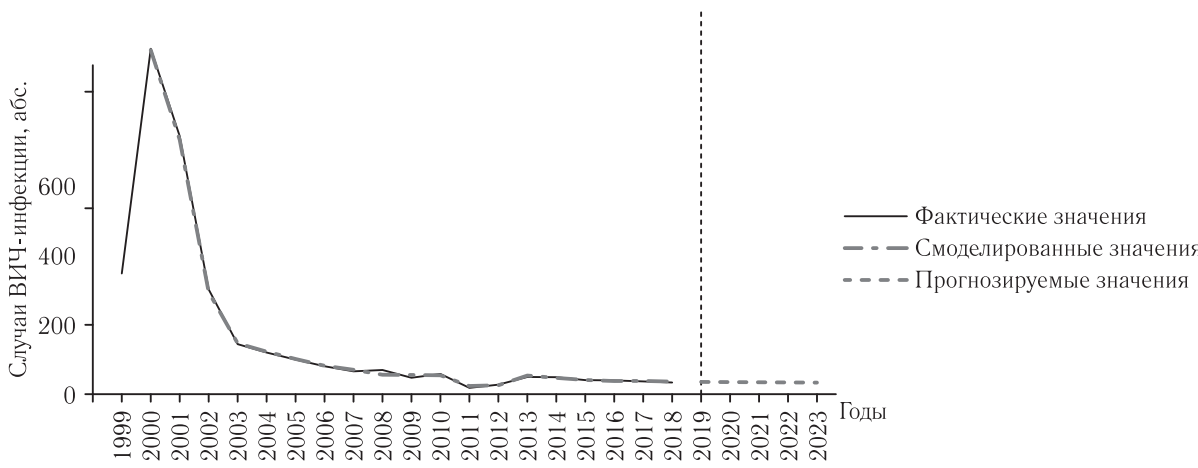


Рис. 2. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц 15–19 лет (модель ARIMA, абс.)
Fig. 2. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons aged 15–19 years (ARIMA model, abs.)

Таблица 2

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных 15–19 лет (абс.)

Table 2

Predicted values of detection of HIV-infected people aged 15–19 years (abs.)

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	21,60	21,68	21,88	22,14
UCL	37,30	40,91	44,08	46,96
LCL	5,90	2,46	−0,32	−2,68

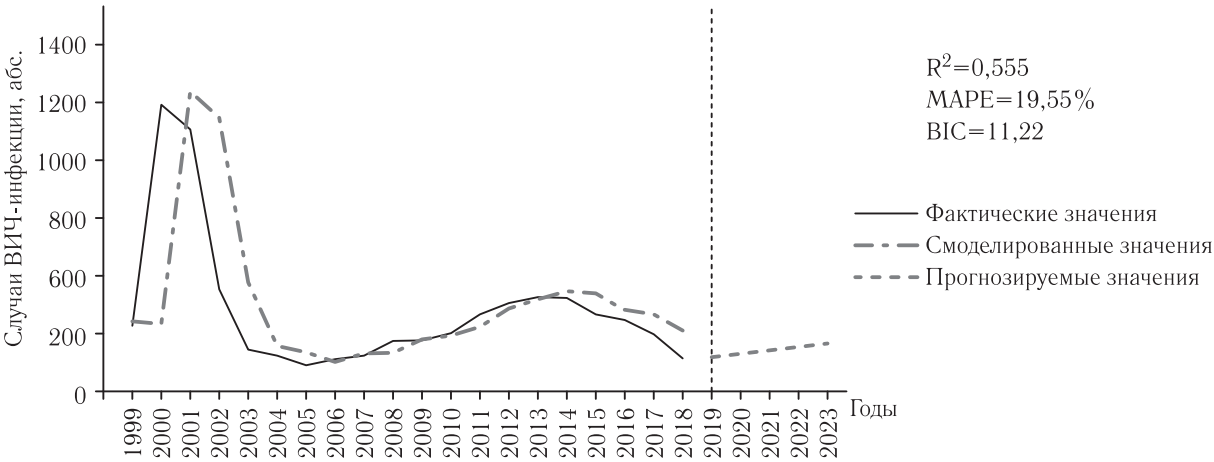


Рис. 3. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц 20–29 лет (модель ARIMA, абс.)
Fig. 3. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons aged 20–29 years (ARIMA model, abs.)

Таблица 3

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных 20–29 лет (абс.)

Table 3

Predicted values of detection of HIV-infected people aged 20–29 years (abs.)

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	331,94	343,46	355,38	367,71
UCL	784,87	957,06	1127,93	1300,67
LCL	113,62	89,74	73,35	61,26

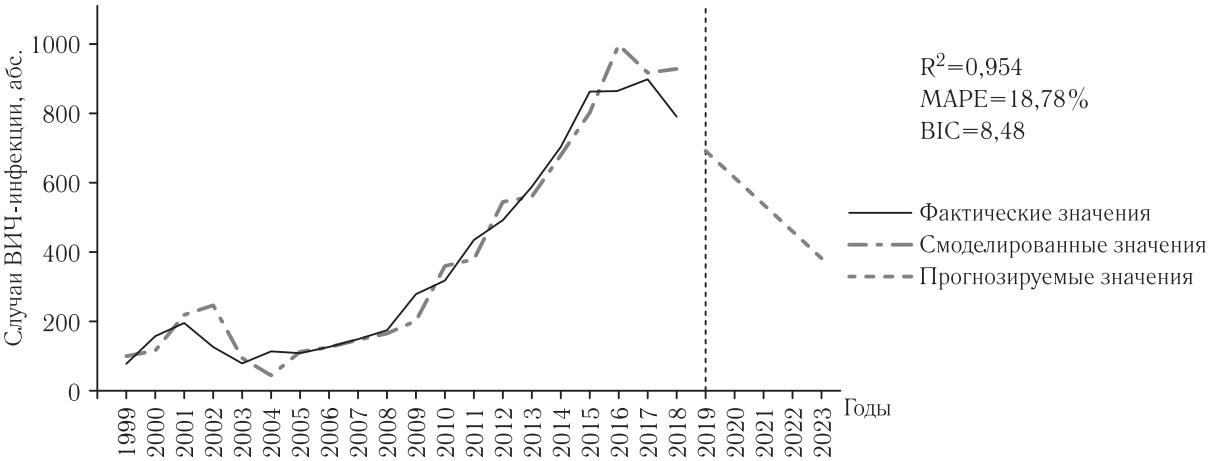


Рис. 4. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц 30–39 лет (модель Брауна, абс.)
Fig. 4. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons aged 30–39 years (Brown model, abs.)

Таблица 4

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных 30–39 лет (абс.)

Table 4

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	605,44	523,34	441,24	359,13
UCL	871,04	943,63	1037,33	1149,95
LCL	339,85	103,05	−154,86	−431,69

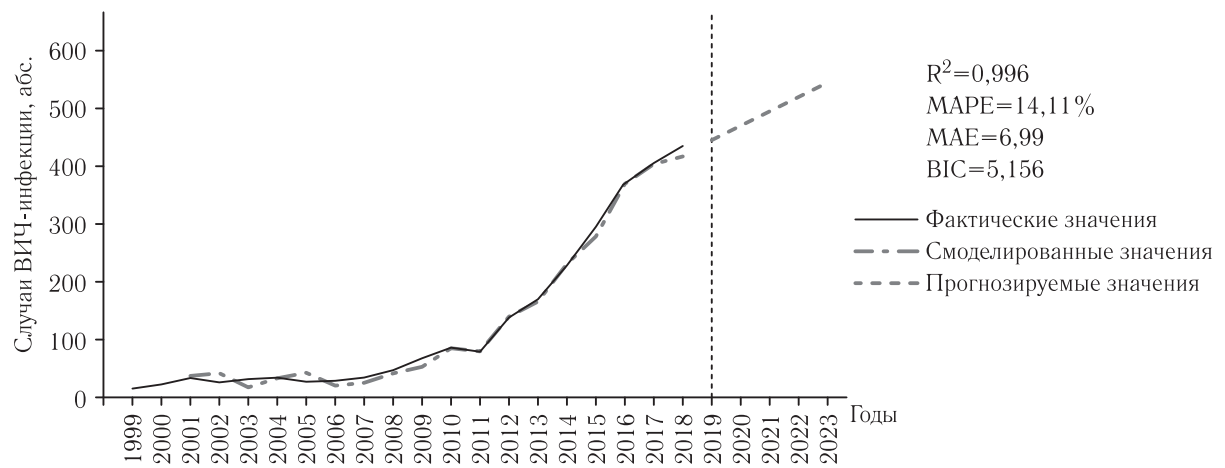


Рис. 5. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц 40–49 лет (модель ARIMA, абс.)
Fig. 5. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons aged 40–49 years (ARIMA model, abs.)

Таблица 5

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных 40–49 лет (абс.)

Table 5

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	467,20	491,80	517,11	542,98
UCL	513,02	568,47	629,35	694,95
LCL	421,37	415,12	404,87	391,00

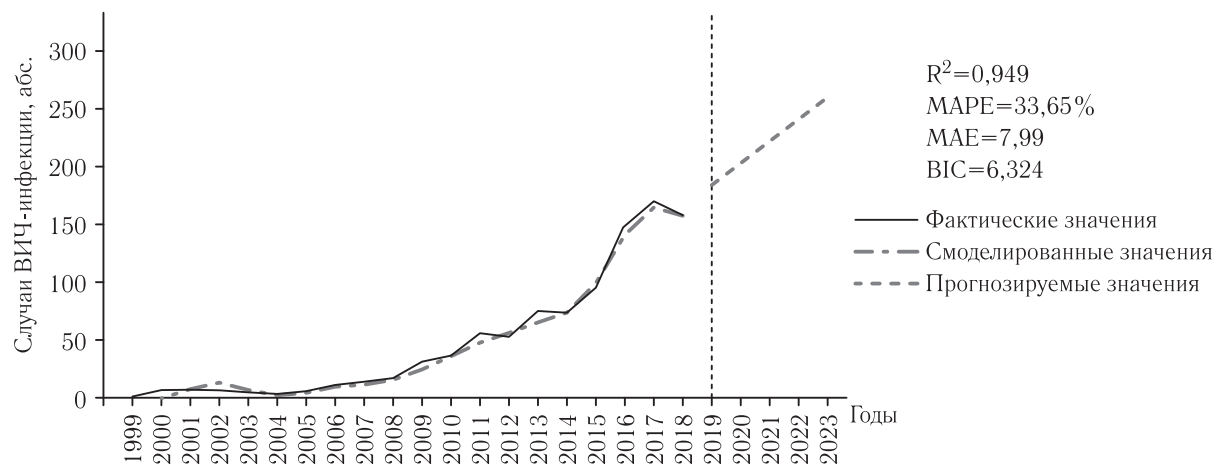


Рис. 6. Прогноз развития эпидемиологической ситуации для ВИЧ-инфицированных лиц старше 50 лет (модель ARIMA, абс.)
Fig. 6. Prognosis of the epidemiological situation for HIV-infected persons over 50 years of age (ARIMA model, abs.)

Таблица 6

Прогнозируемая частота выявления ВИЧ-инфицированных старше 50 лет (абс.)

Table 6

Predicted values of detection of HIV-infected persons over 50 years of age (abs.)

Показатель	Годы			
	2020	2021	2022	2023
Прогнозируемые значения	174,69	189,92	207,71	225,12
UCL	250,66	282,84	307,81	331,46
LCL	109,95	112,23	123,80	135,67

15–19 лет, 20–29 лет. Настораживающим фактом является рост числа ВИЧ-инфицированных возрастной группы до 14 лет. Снижение числа лиц 30–39 лет в группе ВИЧ-инфицированных будет положительным моментом в развитии эпидемиологической ситуации, так как до настоящего времени эта группа существенно влияет на интенсивность ЭП ВИЧ-инфекции в области.

Прогнозирование эпидемиологической ситуации в отношении распространения ВИЧ среди мужчин

и женщин в Тюменской области проводили на краткосрочный период до 2023 г. (рис. 7, табл. 7). По результатам математического моделирования эпидемиологической ситуации можно говорить об устойчивом росте в будущем в Тюменской области случаев ВИЧ-инфекции среди женщин и о значительном снижении частоты инфицирования ВИЧ среди мужчин.

Выводы. Таким образом, на современном этапе развития ЭП происходит перераспределение

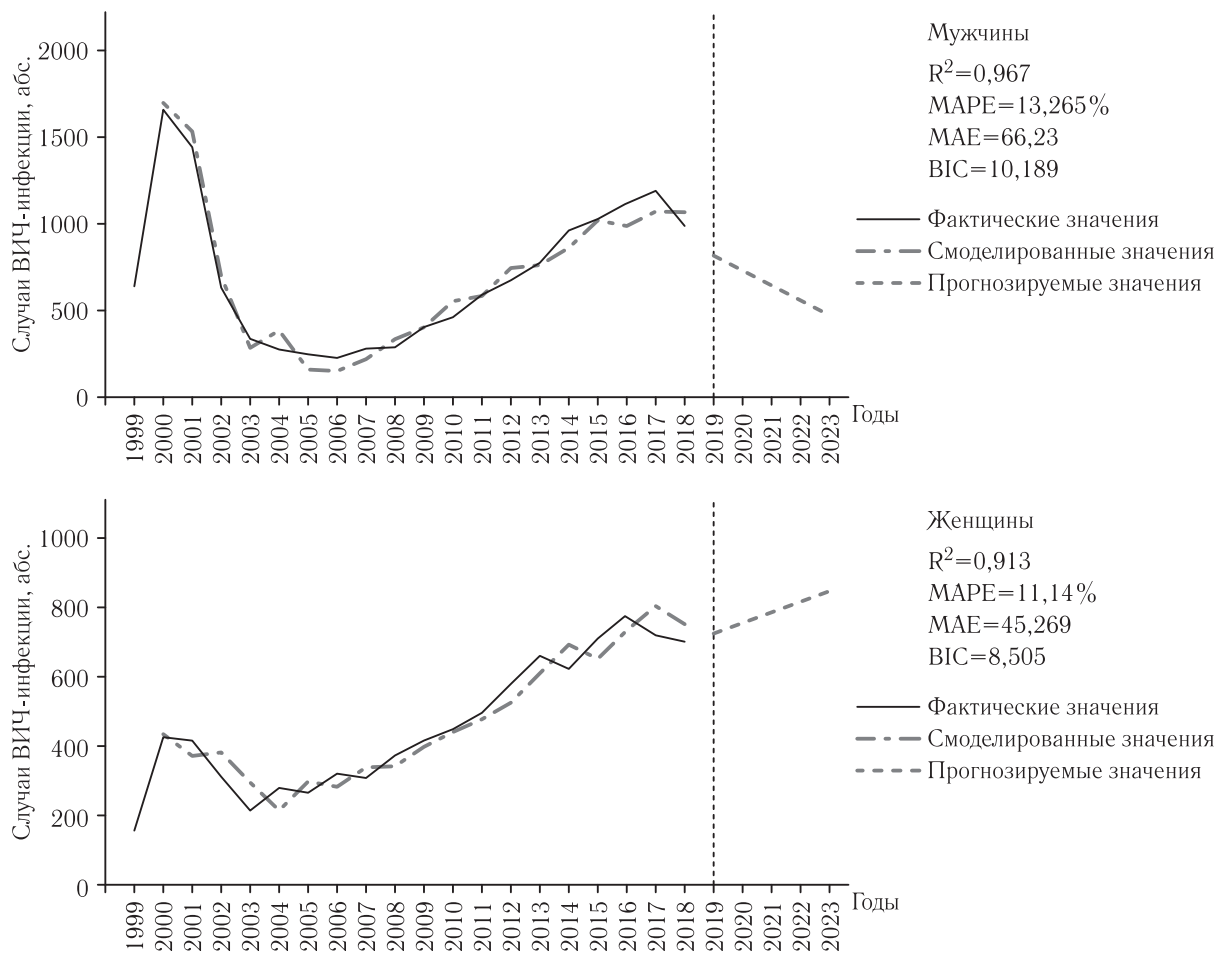


Рис. 7. Прогноз развития эпидемиологической ситуации по ВИЧ-инфекции среди мужчин и женщин в Тюменской области (модель ARIMA, абс.)
Fig. 7. Forecast of the development of the epidemiological situation of HIV infection among men and women in the Tyumen region (model ARIMA, abs.)

Таблица 7

Прогнозируемые значения выявления ВИЧ-инфицированных мужчин и женщин (абс.)

Table 7

Predicted values for detection of HIV-infected men and women (abs.)

Показатели		Годы			
		2020	2021	2022	2023
Мужчины, абс.	Прогнозируемые значения	732,84	653,53	556,53	483,84
	UCL	1002,65	932,65	833,48	758,45
	LCL	463,03	374,41	279,58	209,24
Женщины, абс.	Прогнозируемые значения	760,25	789,90	819,56	849,22
	UCL	927,28	994,47	1055,78	1113,32
	LCL	593,22	585,33	583,35	585,13

структуры выявленных ВИЧ-инфицированных в сторону преобладания старших возрастных групп. Лица возрастной группы 35–44 лет внесли значительный вклад в уровень заболеваемости ВИЧ в области, составив 72,4% всех вновь выявленных инфицированных в 2019 г. Уменьшение числа лиц 30–39 лет в группе ВИЧ-инфицированных является критерием эффективности проводимых мероприятий, влияющих на сни-

жение активности эпидемического процесса на данной территории. Полученные в ходе исследования результаты прогнозирования развития эпидемической ситуации в отношении ВИЧ-инфекции до 2023 г. позволяют сосредоточить противоэпидемическую работу среди лиц до 14 лет, 30–39 лет, 40–49 лет, 50 лет и старше с акцентом на женщин на фоне уже проводимых профилактических и противоэпидемических мероприятий в регионе.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Розенталь В.В., Беляков Н.А., Виноградова Т.Н. и др. Динамическая модель для описания и прогнозирования течения эпидемии ВИЧ-инфекции // *Медицинский академический журнал*. 2012. Т. 12, № 1. С. 95–102. [Rozental V.V., Belyakov N.A., Vinogradova T.N. et al. A dynamic model for describing and predicting the course of the HIV epidemic. *Medicinskij akademicheskij zhurnal*, 2012, Vol. 12, No. 1, pp. 95–102 (In Russ.)].
2. Белозеров Е.С., Буланьков Ю.И. ВИЧ-инфекция. Элиста: АПП «Джанкар», 2006. 224 с. [Belozеров E.S., Bulankov Yu.I. *HIV-infection*. Elista: APP «Dzhankar», 2006, 224 p. (In Russ.)].
3. Покровский В.И. Актуальные вопросы терапии и профилактики в условиях эволюции инфекционных болезней // *Инфекционные болезни*. 2003. Т. 1, № 1. С. 5–8. [Pokrovsky V.I. Actual issues of therapy and prevention in the evolution of infectious diseases. *Infectious diseases*, 2003, Vol. 1, No. 1, pp. 5–8 (In Russ.)].
4. Покровский В.В. *ВИЧ-инфекция и СПИД*. Клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. С. 23–35. [Pokrovskij V.V. *HIV infection and AIDS*. Clinical guidelines. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2016, pp. 23–35 (In Russ.)].
5. Pinkham S., Malinowska-Sempruch K. Women, harm reduction and HIV // *Reprod. Health Matters*. 2008. Vol. 16, No. 31. P. 168–181. PMID: 18513618. doi: 10.1016/S0968-8080(08)31345-7.
6. Покровский В.В. ВИЧ-инфекция и демография // *Мат-лы VI Международной конференции по ВИЧ/СПИДу в Восточной Европе и Центральной Азии ЕЕСААС*. М., 2018. С. 6. [Pokrovsky V.V. HIV-infection and demography. *Materials of the VI International Conference on HIV/AIDS in Eastern Europe and Central Asia EECAAC*. Moscow, 2018. P. 6 (In Russ.)].
7. Покровский В.В. *ВИЧ-инфекция и СПИД: Клинические рекомендации*. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 160 с. [Pokrovsky V.V. *HIV and AIDS: Clinical Recommendations*. 4th ed. Revised. and add. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2019, 160 p. (In Russ.)].
8. National Institute on Aging. HIV, AIDS, and older people. Bethesda, MD: National Institutes of Health, 2016.
9. Кондратова С.Е., Марченко А.Н., Петрова С.В., Нестерова О.А. Анализ структуры ВИЧ-инфицированных по полу, путям заражения, возрасту в регионе с высоким уровнем пораженности ВИЧ на примере Тюменской области // *Здоровье населения и среда обитания*. 2019. № 7 (316). С. 44–49. [Analysis of the structure of HIV-infected persons according to sex, transmission routes of infection, age in the Region with high level of prevalence of HIV on the example of Tyumen Region. *Public Health and Environment*, 2019, No. 7 (316), pp. 44–49 (In Russ.)]. doi: 10.35627/2219-5238/2019-316-7-44-49.
10. Нешумаев Д.А., Сухарев Е.Н., Стасенко В.Л. Система управления ВИЧ-инфекцией. Часть 1. Принципы функционирования и оптимальные параметры // *ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии*. 2017. Т. 9. № 4. С. 93–101. [The control system of HIV-infection. Part 1. Principles of

operation and optimal parameters. *HIV Infection and Immunosuppressive Disorders*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 93–101 (In Russ.)]. doi: 10.22328/2077-9828-2017-9-4-93-101.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 22.07.2020 г.

Авторство:

Вклад в концепцию и план исследования, вклад в сбор данные, вклад в анализ данных и выводы, вклад в подготовку рукописи — *С.Е.Кондратова, А.Н.Марченко, Е.Н.Мельникова*.

Сведения об авторах:

Кондратова Светлана Евгеньевна — ассистент кафедры гигиены, экологии и эпидемиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач-инфекционист высшей категории федерального казенного учреждения здравоохранения «Медико-санитарная часть № 72» Федеральной службы исполнения наказаний России; 625023, г. Тюмень, Одесская ул., д. 54; e-mail: sardykosvetlana@mail.ru; ORCID: 0000–0001–6385–7624; eLibrary SPIN: 9983–2165;

Марченко Александр Николаевич — доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой гигиены, экологии и эпидемиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 625023, г. Тюмень, Одесская ул., д. 54; e-mail: marchenkoan@tyumsmu.ru; ORCID: 0000–0002–8286–0279; eLibrary SPIN: 1026–1580;

Мельникова Елена Николаевна — аспирант кафедры гигиены, экологии и эпидемиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; врач-методист государственного бюджетного учреждения здравоохранения Тюменской области «Центр по борьбе со СПИД»; 625023, г. Тюмень, Одесская ул., д. 54; e-mail: melnikova-elena@bk.ru; ORCID: 0000–0003–4402–279X; eLibrary SPIN: 3154–5895.