

© Митихин В.Г., 2025,  
© Солохина Т.А., 2025,  
© Чайка Ю.А., 2025

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

УДК/UDC 614.2 + 616.89

<https://doi.org/10.30629/2618-6667-2025-23-5-82-91>

## Моделирование показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России в 1992–2022 гг.

Вячеслав Георгиевич Митихин, Татьяна Александровна Солохина, Юлия Александровна Чайка  
ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Минобрнауки России, Москва, Россия

Автор для корреспонденции Вячеслав Георгиевич Митихин, [mvgmia@mail.ru](mailto:mvgmia@mail.ru)

### Резюме

**Обоснование:** по данным официальной статистики общая заболеваемость психическими расстройствами у подростков в период 1992–2022 гг. была существенно выше, чем у всего населения России. В 2022 г. эта разница значений достигла 82,4%. За 30 лет показатель общей заболеваемости подростков психическими расстройствами увеличился на 48,4%, а численность подростковой популяции сократилась на 27,9%. **Цель исследования:** поиск основных факторов, связанных с динамикой показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России и построение популяционных математических моделей (линейных и нелинейных) для этого показателя на основе данных, относящихся к периоду 1992–2022 гг. **Материал и методы:** в работе использованы официальные данные статистических отчетов (Росстат), материалы научно-исследовательских учреждений и опубликованные результаты эпидемиологических исследований психического здоровья подростков и всего населения России. При построении линейных моделей для показателя общей заболеваемости использовался корреляционный и регрессионный анализ в рамках MS Excel (надстройка «Анализ данных»), а формирование нелинейной модели проводилось с помощью логистической функции, параметры которой подбирались с помощью метода наименьших квадратов в рамках MS Excel (надстройка «Поиск решения»). **Результаты:** с помощью корреляционного анализа исходных данных были выделены основные факторы общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового (15–17 лет) населения России в период 1992–2022 гг. Основными факторами для рассматриваемого периода оказались: 1) кадровый ресурс подростковой службы психического здоровья; 2) численность подросткового населения. Линейные регрессионные модели с высоким уровнем прогностической значимости позволяют проводить оперативный мониторинг показателя общей заболеваемости подростков. Нелинейная логистическая модель демонстрирует прогноз динамики этого показателя при существенном изменении кадрового ресурса службы психического здоровья и численности подростков. **Выводы:** результаты исследования позволили разработать прогностически значимые эпидемиологические модели (линейную и нелинейную) для оценки показателя общей заболеваемости психическими расстройствами в зависимости от кадрового ресурса подростковой психиатрической службы и численности подростков. Использование полученных моделей позволит отслеживать и прогнозировать как в краткосрочном, так и в среднесрочном плане психическое здоровье подростков, а также разрабатывать необходимые психосоциальные программы помощи и планировать соответствующие ресурсы для их реализации, что является важным для организаторов психиатрической помощи.

**Ключевые слова:** психическое здоровье, общая заболеваемость, подростки, популяционные модели, логистическая модель

**Финансирование:** исследование выполнено в рамках государственного задания ФГБНУ «НЦПЗ» Минобрнауки России 2020–2024 гг. (FURU-2020-0003).

**Для цитирования:** Митихин В.Г., Солохина Т.А., Чайка Ю.А. Моделирование показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России в 1992–2022 гг. *Психиатрия*. 2025;23(5):82–91. <https://doi.org/10.30629/2618-6667-2025-23-5-82-91>

RESEARCH

UDC 614.2 + 616.89

<https://doi.org/10.30629/2618-6667-2025-23-5-82-91>

## Modeling of the Indicator of Mental Disorders General Incidence of Adolescent Population of Russia in 1992–2022

Vyacheslav G. Mitikhin, Tatyana A. Solokhina, Yulia A. Chaika

Mental Health Research Center, Ministry of Science and Higher Education of the Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Vyacheslav G. Mitikhin, [mvgmia@mail.ru](mailto:mvgmia@mail.ru)

## Summary

**Background:** according to official statistics, the general incidence of mental disorders among adolescents during 1992–2022 was significantly higher than among the entire Russian population. This difference was already 82.4% in 2022. During 30 years, the general incidence rate of adolescents increased by 48.4%, while the number of adolescent population decreased by 27.9%. **The aim** was to find the main factors related to the dynamics of the indicator of the general incidence of mental disorders in the adolescent population of Russia and the construction of population mathematical models (linear and nonlinear) for this indicator based on data related to the period 1992–2022. **Material and Methods:** the work used official data from statistical reports (Rosstat), materials from research institutions, and published results of epidemiological studies of the mental health of adolescents and the entire Russian population. When constructing linear models for the indicator of overall morbidity, correlation and regression analysis were used in the framework of MS Excel (the “Data Analysis” add-in), and the formation of a nonlinear model was carried out using a logistic function, the parameters of which were selected using the least squares method in the framework of MS Excel (the “Solver” add-in). **Results:** using the correlation analysis of the initial data, the main factors influencing the dynamics of the overall incidence of mental disorders in the adolescent (15–17 years old) population of Russia in the period 1992–2022 were identified. The main factors for the period under review are: 1) the human resource of the adolescent mental health service; 2) the number of the adolescent population. Linear regression models with a high explanatory power have been obtained, which allow for operational monitoring of the overall morbidity of adolescents. **Conclusions:** the results of study made it possible to develop epidemiological models with a high explanatory power (linear and nonlinear) to assess the indicator of the general incidence of mental disorders depending on the human resource of the adolescent psychiatric service and the number of adolescents. Using the obtained models it would be possible to monitor and predict the mental health of adolescents in both the short and medium term, as well as develop the necessary psychosocial assistance programs and plan appropriate resources for their implementation, which is important for the organizers of psychiatric care.

**Keywords:** mental health, general incidence, adolescents, population models, logistic model

**Funding:** the study was completed within the framework of the state assignment of FSBSI Mental Health Research Center of Ministry of Education and Science of Russia 2020–2024 (FURU-2020-0003).

**For citation:** Mitikhin V.G., Solokhina T.A., Chaika Yu.A. Modeling of the Indicator of the General Incidence of Mental Disorders of the Adolescent Population of Russia in the Period 1992–2022. *Psychiatry (Moscow) (Psikhatriya)*. 2025;23(5):82–91. (In Russ.). <https://doi.org/10.30629/2618-6667-2025-23-5-82-91>

## ВВЕДЕНИЕ

Психическое здоровье детей и подростков определяет общественное и физическое здоровье каждой нации в будущем. Подростки 15–17 лет представляют важную категорию населения, которая находится на пороге «взрослой жизни». Прежде всего, это старшеклассники, остро реагирующие, в силу известных возрастных психофизиологических особенностей развития, на межличностные, семейные и школьные проблемы. Добавим, что подростковый возраст — это критический период в развитии человека, закладывающий основу для психического здоровья на протяжении всей жизни.

Разработка государственных программ и соответствующих стратегий функционирования психиатрической службы для оказания подросткам адекватной биопсихосоциальной помощи должна опираться на эпидемиологические оценки показателей психического здоровья и в первую очередь на тренды общей заболеваемости подростков с анализом основных факторов, определяющих изменения этого показателя. При этом корректные оценки динамики показателя общей заболеваемости и выявление основных предикторов заболеваемости желательнее получать на основе анализа данных, охватывающих достаточно большие непрерывные периоды времени. Следует отметить, что общая заболеваемость психическими расстройствами у подростков в рассматриваемый период времени 1992–2022 гг. существенно выше, чем у всего населения России (табл. 1 и рис. 1), а в 2022 г. разница значений составила уже 82,4%. Кроме того, за этот период показатель общей заболеваемости подростков увеличился на 48,4%, а их численность сократилась на 27,9%.

Известные авторам российские эпидемиологические исследования общей заболеваемости подросткового населения психическими расстройствами охватывают отдельные периоды времени на отрезках 5–15 лет [1–6] и посвящены описательной, сравнительной статистике данных без построения количественных моделей заболеваемости этими видами расстройств.

Эпидемиологические исследования в рамках настоящей работы основывались на фундаментальной гипотезе о существенном влиянии ряда медико-демографических, социально-экономических факторов и фактора кадровой обеспеченности психиатрической службы на показатели психического здоровья населения России. Так как данная работа имеет отношение к *аналитической популяционной эпидемиологии*, то рассматривались *количественные* факторы заболеваемости, для которых имеется достоверная официальная статистика на популяционном уровне с учетом того, что подростки 13–15 лет не принимают активного участия в социально-экономических процессах.

Зарубежные оценки психического здоровья подростков, как правило, опираются на когортные исследования (объем выборки от сотен до тысяч, возраст 10–18 лет) и метаанализы с использованием стандартных опросников и диагностического интервью для оценки психосоциального стресса, интернет-аддикции, депрессии, социального взаимодействия, семейных взаимоотношений и психосоматических симптомов с учетом гендерных аспектов. Значительная часть этой информация представляется в категориальных и ранговых шкалах, является качественной (нечисловой) информацией и важна для клинической эпидемиологии,

но требует специальных, корректных математических методов обработки с учетом недопустимости использования классических математических операций для этой информации, начиная с операции суммирования, не говоря уже о классическом статистическом анализе [7].

Имеются определенные трудности работы и с российскими источниками информации. Например, в разнообразных сборниках Росстата, посвященных социально-экономическому положению населения России, к подростковому населению относят лиц в возрасте 15–19 лет. Исключение составляет серия сборников «Здравоохранение в России».

**Цель исследования:** поиск количественных факторов, статистически значимо связанных с динамикой показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России, а также построение популяционных математических моделей (линейных и нелинейных) для этого показателя на основе данных, относящихся к периоду 1992–2022 гг.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данные о численности подростков брались из официальной серии сборников Росстата [8], информация о показателях общей заболеваемости психическими расстройствами и кадровом ресурсе психиатрической службы для всего населения и подростков основана на материалах ведущих НИИ (ФГБУ «НМИЦ ПН им. В.П. Сербского» Минздрава России, ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России [9–13]). Эти материалы базируются на принятых в рамках российской психиатрической службы формах статистической отчетности, в частности, это формы: №10 «Сведения о заболеваниях психическими расстройствами и расстройствами поведения (кроме заболеваний, связанных с употреблением психоактивных веществ)»; №17 «Сведения о медицинских и фармацевтических работниках»; №36 «Сведения о контингентах психически больных».

Также использовали результаты некоторых работ, касающиеся вопросов оценки психического здоровья всего населения и подростков России, а также вопросов, связанных с организацией и функционированием российской психиатрической службы [1–6, 14–16].

Выбор факторов моделей осуществлялся на основе результатов системного и корреляционного анализа данных. Для формирования линейных регрессионных моделей общей заболеваемости подростков психическими расстройствами применяли регрессионный анализ (настройка MS Excel «Анализ данных»). При разработке нелинейной модели общей заболеваемости использована логистическая функция с помощью надстройки MS Excel «Поиск решения нелинейных задач».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Системный и корреляционный анализ исходных данных для рассматриваемого периода (табл. 1), с учетом полученных ранее результатов популяционных

эпидемиологических работ [14–16], позволил определить основные факторы, связанные с динамикой показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового (15–17 лет) населения России.

Основными факторами для рассматриваемого периода являются: 1) кадровый ресурс подростковой службы психического здоровья, измеряемый числом занятых должностей подростковых психиатров на 10 тыс. подростков; 2) численность подросткового населения. Значения этих факторов и показателей общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения, а также (для сравнения) общей заболеваемости всего населения России даются в табл. 1.

Высокая статистическая значимость связи выделенных факторов и показателей общей заболеваемости психическими расстройствами подтверждается соответствующими значениями парных корреляций Пирсона (табл. 2).

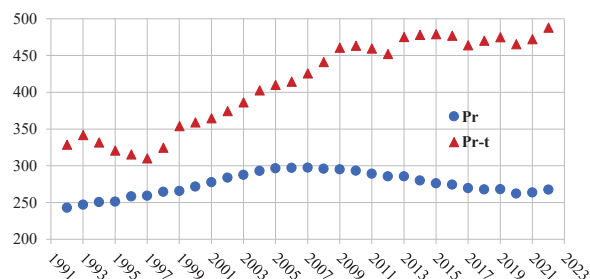
В рассматриваемый период показатель общей заболеваемости психическими расстройствами подростков увеличился на 48,4% и все время оставался больше общей заболеваемости для всего населения России (рис. 1).

### 1. Основные регрессионные линейные модели для показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России

1.1. Приведем полученную линейную регрессионную модель (1) для показателя общей заболеваемости подростков (Pr-t) в зависимости от кадрового ресурса (Ps-t) подростковой службы психического здоровья. Модель получена на основе данных табл. 1 в рамках надстройки MS Excel «Пакет анализа» с помощью функции «Регрессионный анализ».

$$\text{Pr-t} = 200,895 + 569,422 \times \text{Ps-t} \quad (1)$$

Разработанная модель (1) характеризуется очень высоким уровнем прогностической значимости. Значимость модели оценивалась с помощью наиболее информативного критерия — коэффициента детерминации



**Рис. 1.** Динамика показателя общей заболеваемости психическими расстройствами населения России (Pr) и подросткового населения России (Pr-t) в период 1992–2022 гг.

**Fig. 1** Dynamics of the indicator of the general incidence of mental disorders in the Russian population (Pr) and the adolescent population of Russia (Pr-t) in the period 1992–2022.

**Таблица 1.** Значения показателей общей заболеваемости психическими расстройствами всего населения и подросткового населения России и факторов: кадрового ресурса подростковой службы психического здоровья и численности подростков в период 1992–2022 гг.

**Table 1** The values of the indicators of the general incidence of mental disorders in the entire population and the adolescent population of Russia and factors: the human resource of the adolescent mental health service and the number of adolescents in the period 1992–2022.

Год	Pr	Pr-t	Ps-t	Po-t
1992	242,94	328,86	0,21	6,3310
1993	247,15	341,85	0,23	6,4108
1994	250,65	331,83	0,23	6,4906
1995	251,24	320,74	0,23	6,5531
1996	258,26	315,51	0,22	6,6302
1997	259,36	310,26	0,22	6,7432
1998	264,71	324,64	0,23	6,9612
1999	265,78	354,21	0,27	7,1961
2000	271,66	359,15	0,29	7,3303
2001	277,7	364,68	0,31	7,5832
2002	283,8	374,43	0,31	7,6122
2003	287,67	386,51	0,32	7,5821
2004	292,95	402,73	0,34	7,3601
2005	296,66	410,07	0,36	7,0142
2006	297,21	414,58	0,36	6,4141
2007	297,61	425,74	0,37	5,8591
2008	296,12	441,22	0,41	5,2742
2009	295,2	460,64	0,43	4,7716
2010	293,2	463,39	0,44	4,6161
2011	289,25	459,61	0,44	4,3965
2012	285,6	452,05	0,43	4,2041
2013	285,6	475,30	0,46	4,0431
2014	279,9	478,37	0,47	4,0063
2015	276,23	479,05	0,48	4,0791
2016	274,4	477,19	0,46	4,0281
2017	269,7	463,93	0,46	4,0943
2018	267,9	470,28	0,47	4,2182
2019	268,1	474,91	0,51	4,4501
2020	262,3	465,58	0,51	4,4703
2021	263,8	472,26	0,52	4,5021
2022	267,5	487,92	0,53	4,5641

*Примечание:* здесь и далее использованы обозначения для показателей: Pr — общая заболеваемость всего населения на 10 тыс. человек; Pr-t — общая заболеваемость подростков на 10 тыс. подростков; для факторов: Ps-t — число занятых должностей подростковых психиатров на 10 тыс. подростков; Po-t — численность подросткового населения (в млн)

*Note:* the notation for the indicators is used here and further: Pr is the general incidence of the entire population per 10 thousand people; Pr-t is the general incidence of adolescents per 10 thousand adolescents, for the factors: Ps-t is the number of employed positions of adolescent psychiatrists per 10 thousand adolescents; Po-t is the number of adolescents (in millions)

**Таблица 2.** Матрица парных корреляций между факторами и показателями общей заболеваемости психическими расстройствами для всего населения и для подростков России в рассматриваемый период

**Table 2** A matrix of paired correlations between factors and indicators of the general incidence of mental disorders for the entire population and for adolescents in Russia during the period under review

	Pr	Pr-t	Ps-t	Po-t
Pr	1,000			
Pr-t	0,488**	1,000		
Ps-t	0,401*	0,982***	1,000	
Po-t	-0,098	-0,841***	-0,829***	1,000

*Примечание:* пороговое значение коэффициента корреляции равно 0.301 (при уровне надежности 95% и с учетом объема выборки). Уровни значимости коэффициентов: \* —  $p < 0,05$ , \*\* —  $p < 0,01$ , \*\*\* —  $p < 0,001$

*Note:* the threshold value of the correlation coefficient is 0.301 (with a 95% reliability level and taking into account the sample size). Significance levels of the coefficients: \* —  $p < 0.05$ , \*\* —  $p < 0.01$ , \*\*\* —  $p < 0.001$

R2, который для полученной модели и исходной выборки данных равен 0,9642, что соответствует объяснению 96,42% вариации показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подростков в период 1992–2022 гг. Среднее отклонение по абсолютной величине модельных значений от фактических составляет 2,3%.

Высокая статистическая значимость фактора кадрового ресурса (Ps-t) службы психического здоровья подростков для показателя общей заболеваемости (Pr-t) очевидна: чем больше число занятых должностей психиатров, тем больше выявляемость расстройств и соответствующий зарегистрированный контингент психически больных и, наоборот, с уменьшением кадрового ресурса (Ps-t) становится меньше зарегистрированная численность контингента больных (Pr-t). Последнее означает сокращение доступности помощи подростковой службы здоровья. Отметим, что аналогичный результат был получен в работе [16] для всей российской популяции в период 1992–2022 гг.

На рис. 2. приводится иллюстрация для модели (1) (модели соответствует прямая).

1.2. Приведем далее полученную линейную регрессионную модель (2) для показателя общей заболеваемости подростков (Pr-t) в зависимости от фактора численности подросткового населения (Po-t) (измеряется в млн.). Модель получена на основе данных табл. 1 в рамках надстройки MS Excel «Пакет анализа» с помощью функции «Регрессионный анализ».

$$Pr-t = -38,517 \times Po-t + 630,714 \quad (2)$$

Разработанная модель (2) характеризуется высоким уровнем прогностической значимости, что также оценивалось с помощью наиболее информативного критерия — коэффициента детерминации R<sup>2</sup>, который для полученной модели и исходной выборки данных равен

0,7066, что соответствует объяснению 70,66% вариации показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подростков в период 1992–2022 гг. Среднее отклонение по абсолютной величине модельных значений от фактических составляет 6,2%.

Важно отметить, что фактор численности подросткового населения ( $Po-t$ ) входит в модель (2) с отрицательным коэффициентом, что соответствует отрицательной линейной связи между фактором и показателем для рассматриваемой модели, это означает рост показателя общей заболеваемости подростков ( $Pr-t$ ) при уменьшении численности подростков и наоборот.

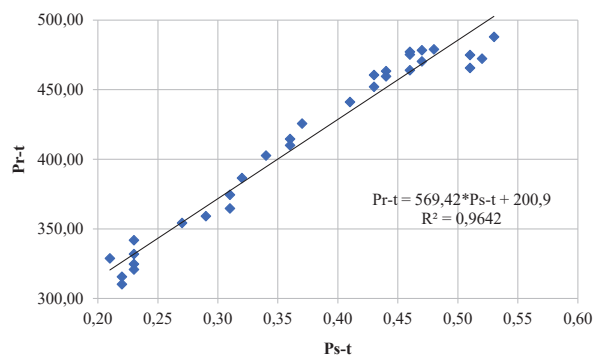
Полученный результат — высоко значимая отрицательная связь фактора численности подростковой популяции с показателем общей заболеваемости подростков следует рассматривать как проявление принципа демографического императива, который впервые сформулирован и нашел подтверждение в работах С.П. Капицы по теоретической демографии [17–18]. Этот принцип определяет фундаментальную важность демографического фактора в жизни общества, а именно, фундаментальную важность влияния численности популяции на социально-экономические процессы и явления. С точки зрения демографического императива, линейную отрицательную связь (модель (2)) между общей заболеваемостью и численностью подросткового населения следует трактовать как последствие «стресса подростковой депопуляции» в рассматриваемый период.

На качественном уровне «стресс подростковой депопуляции» объясняется с помощью биопсихосоциальной модели и концепции о роли социально-стрессовых факторов при формировании психических расстройств. Схематично это выглядит следующим образом: человек как элемент социума связан через ближнее окружение с другими членами социума, которые реагируют на изменение внешней среды. Поэтому, если в ближнем окружении снижается число людей, оказывавших какую-либо поддержку (духовную, дружескую, информационную, бытовую и т.д.), то закономерным следствием такого изменения (депопуляции) является возникновение у оставшихся членов социума определенного психопатологического состояния (наиболее вероятно это депрессия). В основе этого состояния лежат биохимические механизмы, связанные с гормональной регуляцией функций поведения, а это все протекает у подростков, как правило, достаточно остро. Депопуляция подросткового населения была наиболее заметна в период 2002–2014 гг. (табл. 1).

За этот период численность подросткового населения уменьшилась на 47,4%, а общая заболеваемость психическими расстройствами у этой категории населения увеличилась на 27,8%. На рис. 3 приводится иллюстрация этой отрицательной линейной связи, представленной моделью (2) (на рис. 3 модели соответствует прямая). Вид иллюстрации — разброс фактических значений общей заболеваемости относительно прямой, соответствующей модели отрицательной

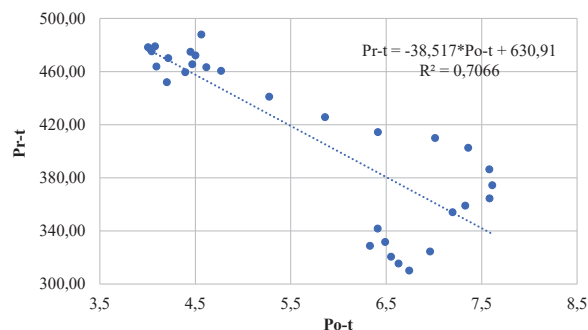
связи — указывает на нелинейный характер этой связи, и это обстоятельство в рамках нашей работы далее получит развитие в форме нелинейной, логистической модели для показателя общей заболеваемости.

Разработанные регрессионные модели (1, 2) для показателя общей заболеваемости подростков ( $Pr-t$ ) психическими расстройствами в зависимости от факторов кадрового ресурса подростковой службы ( $Ps-t$ ) и численности подростков ( $Po-t$ ) описывают одновременно существующие, разнонаправленные тенденции изменения показателя общей заболеваемости подростков в рассматриваемый период. Аналогичные тенденции изменения показателя общей заболеваемости



**Рис. 2.** Фактические значения показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подростков ( $Pr-t$ ) и линейная регрессионная модель (на рис. 2 прямая) для этого показателя в зависимости от кадрового ресурса ( $Ps-t$ ) подростковой службы психического здоровья в период 1992–2022 гг.

**Fig. 2** The actual values of the indicator of the general incidence of psychiatric disorders in adolescents ( $Pr-t$ ) and the linear regression model (in Fig. 2 a straight line) for this indicator depending on the personnel resource ( $Ps-t$ ) of the adolescent mental health service in the period 1992–2022



**Рис. 3.** Фактические значения показателя общей подростковой заболеваемости ( $Pr-t$ ) и линейная регрессионная модель (2) для этого показателя в зависимости от численности подросткового населения России ( $Po-t$ ) в период 1992–2022 гг.

**Fig. 3** The actual values of the indicator of total adolescent incidence ( $Pr-t$ ) and the linear regression model (2) for this indicator depending on the size of the adolescent population of Russia ( $Po-t$ ) in the period 1992–2022

психическими расстройствами для всего населения России были обнаружены в нашей работе [16].

Адекватное моделирование изменения показателя общей заболеваемости подростков психическими расстройствами должно учитывать наличие таких одновременных, разнонаправленных тенденций изменения показателя заболеваемости. Поэтому необходима разработка модели с учетом двух указанных факторов для этого показателя, которая представлена далее.

Заметим, что фактор кадрового ресурса службы психического здоровья по сравнению с фактором численности *подростков* при формировании многофакторной модели для показателя общей заболеваемости является основным не только в силу очень значимой статистической связи с показателем заболеваемости (напомним, что в рассматриваемый период коэффициент корреляции для этой связи равен 0,982), но и по системным соображениям. Так для фактора численность подростков, который является вторым по силе статистической значимости связи с показателем заболеваемости (коэффициент корреляции для этой связи равен -0.841), трудно представить его существенное изменение за короткий период времени (это может быть либо решение демографической проблемы, что весьма проблематично даже за 15 лет, либо катастрофическая депопуляция подростков). А вот для первого фактора (кадровый ресурс службы) существенное его изменение может занять 1–2 года. В подтверждение этого можно привести данные работы (Шпорт С.В., Макушкина О.А., 2024 [6, с. 86]), согласно которым кадровый ресурс подростковой службы психического здоровья за 2023 г. снизился в 4,2 раза! (с 0,38 до 0,09 на 10 тысяч подростков). Это произошло в силу новых условий регулирования организации психиатрической помощи населению (Приказ Минздрава РФ от 14 октября 2022 г. № 668н) с изъятием из номенклатуры должностей медицинских работников должности «врач-психиатр подростковый». Восстановление доступности помощи подростковому населению пришлось обеспечивать детскими психиатрами и психиатрами для взрослого населения.

## 2. Регрессионная линейная модель для показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России с учетом двух факторов

Приведем полученную, линейную регрессионную модель (3) для показателя общей заболеваемости подростков (Pr-t) в зависимости от двух факторов: кадрового ресурса (Ps-t) подростковой службы психического здоровья и численности подростков (Po-t) (измеряется в млн.).

$$Pr-t = 237,704 + 529,058 \times Ps-t - 3,846 \times Po-t \quad (3)$$

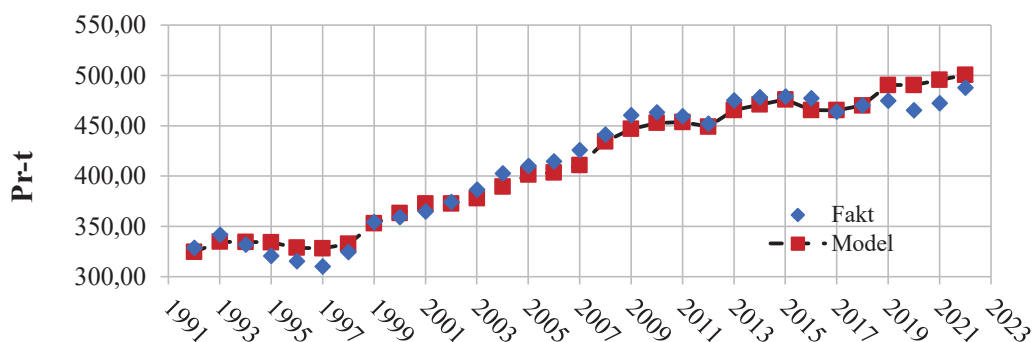
Модель получена на основе данных табл. 1 в рамках надстройки MS Excel «Пакет анализа» с помощью функции «Регрессионный анализ» и характеризуется очень высоким уровнем прогностической значимости ( $R^2 = 0,9665$ ). Среднее отклонение по абсолютной величине модельных значений от фактических составляет 2,2%.

Графическая иллюстрация для модели (3) представлена на рис. 4.

Анализ модели (3) с учетом интервалов изменения факторов этой модели (для Ps-t интервал значений 0,2–0,53; а для Po-t интервал значений 4–7,6) позволяет оценить вклад этих факторов в модельное значение показателя общей заболеваемости. Для Ps-t вклад по модулю в 12,6 раз больше, чем вклад фактора Po-t.

## 3. Логистическая модель для показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России в период 1992–2022 гг.

Практически линейная, положительная, высоко значимая статистическая связь между кадровым ресурсом российской службы психического здоровья и размером зарегистрированного контингента психически больных как для всего населения, так и для подростков, очевидна. На протяжении уже десятков лет эта связь характеризуется очень значимой корреляционной зависимостью. Коэффициент корреляции этой связи устойчиво попадает в интервал 0,8–0,9 [9–11, 14–16]. В то же время российская психиатрическая служба,



**Рис. 4.** Фактические значения (Fakt) и значения по модели (3) (Model) для показателя общей заболеваемости подростков психическими расстройствами в России в 1992–2022 гг.

**Fig. 4** Actual values (Fakt) and values according to model (3) (Model) for the indicator of the general incidence of psychiatric disorders in adolescents in Russia in 1992–2022

в том числе и подростковая, по кадровому ресурсу отстает от необходимого уровня доступности помощи населению в 1,5–2 раза [1–6, 9–12, 14–16, 19].

Здесь с точки зрения аналитической эпидемиологии возникает важная для психиатрии проблема об актуальных размерах контингента психически больных при существенном (в разы) увеличении кадрового ресурса психиатрической службы. Полученные линейные модели (1–3) нельзя использовать для решения задач такого прогнозирования в силу отсутствия естественных ограничений для таких моделей. Эти модели следует использовать для решения задач оперативного прогнозирования (1–2 года), в которых изменение основных факторов моделей измеряется в диапазоне 1–3%.

К естественным или ресурсным ограничениям, которые следует учитывать при решении задач долгосрочного прогнозирования показателя общей заболеваемости (при изменении основных факторов в диапазоне 50–100%), необходимо отнести следующие ограничения: 1) при любом увеличении кадрового ресурса службы зарегистрированный контингент пациентов не может превышать размер популяции; 2) малым значениям фактора кадрового ресурса службы должно соответствовать малое значение показателя общей заболеваемости.

Теория и практика популяционных психосоциальных, демографических и биологических исследований, основные из которых имеют вековую историю [14, 17, 18, 20], привели к важным выводам для решения проблем «роста с насыщением», которые характеризуются предельными значениями для существенных показателей, описывающих динамику изучаемых процессов. В частности, для решения таких проблем и описания динамики изменения показателей процесса, характеризующихся предельными значениями, следует использовать логистические функции. Логистическая функция (зависимость) известна в науке с 1838 г. как уравнение Ферхюльста (P.F. Verhulst), которое описывает рост численности популяции в условиях ресурсных ограничений. Впервые на качественном уровне об использовании логистических моделей в психиатрии упоминалось в 1993 г. в работе А.С. Киселева, Н.М. Жарикова, А.Е. Ивановой [14].

Опираясь на результаты работы [16], для описания динамики показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подросткового населения России в зависимости от факторов кадрового ресурса подростковой службы (Ps-t) и численности подростков (Po-t) используем логистическую функцию, аргумент которой выбирается с учетом структуры трендов изменения этих факторов (см. линейную модель (3)):

$$Pr-t = C \times \exp(Z) / (\exp(Z) + 1) \quad (4)$$

Где:  $Z = a \times Ps-t - b \times Po-t$ ;  $\exp$  — имя стандартной математической функции (экспонента); константы в соотношении (4)  $C$ ,  $a$  и  $b$  являются положительными величинами, которые нужно определить, используя

фактические значения Pr-t, Ps-t и Po-t в период 1992–2022 гг., с помощью стандартного метода наименьших квадратов, реализованного в рамках надстройки MS Excel «Поиск решения нелинейных задач».

В результате решения возникающей задачи нелинейного программирования (детали решения приводятся в работе [16]) получаем соотношение (5):

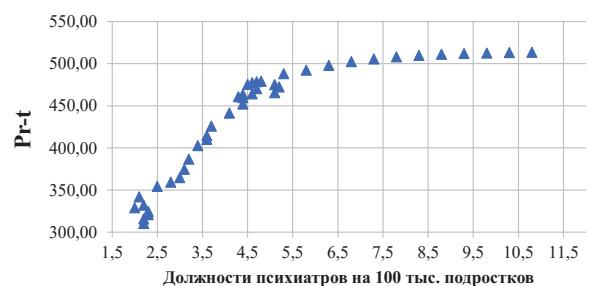
$$Pr-t = 514,501 \times \exp(Z) / (\exp(Z) + 1) \quad (5)$$

$$\text{где } Z = 0,627 \times Ps-t - 0,122 \times Po-t$$

Графическая иллюстрация для модели (5) с учетом фактических и прогнозных значений для показателя общей заболеваемости представлена на рис. 5.

Интервал фактических значений кадрового ресурса (Ps-t) для периода 1992–2022 гг. на рис. 5 образует интервал значений от 2 до 5,3 горизонтальной оси рисунка. Этим значениям Ps-t соответствуют фактические данные показателя общей заболеваемости Pr-t в отрезке от 328,86 до 487,92. В совокупности эти фактические значения образуют начальный участок графика на рис. 5. Значения показателя общей заболеваемости подростков (Pr-t), вычисленные по модели (5), практически совпадают с фактическими значениями показателя (среднее абсолютное отклонение расчетных значений от фактических в период 1992–2022 г. равно 2,1%).

Прогнозный расчет по модели (5) выполнялся для сценария существенного увеличения основного фактора кадрового ресурса подростковой службы (при фиксированной на уровне 2022 г. численности подростков 4,6 млн.). Результат расчета при увеличении значения Ps-t в 1,5 раза (с 5,3 до 8) дает увеличение значения



**Рис. 5.** Начало графика на рис. 5 образуют фактические значения, а далее график состоит из прогнозных значений, полученных по модели (5) для общей заболеваемости подростков (Pr-t) психическими расстройствами в России в зависимости от кадрового ресурса службы (Ps-t) при фиксированном уровне численности подростков  $Po-t = 4,6$  млн

**Fig. 5** The beginning of the graph in Fig. 5 is formed by the actual values, and then the graph consists of the predicted values obtained according to model (5) for the total incidence of adolescent (Pr-t) mental disorders in Russia, depending on the personnel resource of the service (Ps-t) at a fixed level of the number of adolescents  $Po-t = 4.6$  million

показателя общей заболеваемости до 510,6 (на 10 тыс. подростков). Этот результат соответствует увеличению показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подростков на 4,7% по сравнению с уровнем заболеваемости в 2022 г.

В период 1992–2022 гг. наблюдался тренд на увеличение кадрового ресурса подростковой службы психического здоровья (в среднем на 2,5% в год). Из результатов, полученных в настоящей работе, этот тренд (наряду с депопуляцией подростков) позволяет рассматривать его в качестве достаточно весомой причины для объяснения другого наблюдаемого тренда в рассматриваемом периоде: увеличения показателя общей заболеваемости психическими расстройствами подростков.

## ВЫВОДЫ

Разработка государственных программ и соответствующих стратегий функционирования психиатрической службы для оказания подросткам 15–17 лет адекватной биопсихосоциальной помощи должна опираться на количественные оценки показателей психического здоровья, которые получают на основе надежных моделей заболеваемости.

Результаты анализа динамики показателя общей заболеваемости подростков психическими расстройствами и соответствующих факторов позволили разработать эпидемиологические модели для показателя общей заболеваемости (линейные и нелинейную) в зависимости от основных факторов: кадрового ресурса подростковой службы психического здоровья и численности подростков. Полученные модели позволяют с высоким уровнем значимости осуществлять как оперативный прогноз (с помощью линейных моделей на 1–2 года) значений показателя общей заболеваемости, так и среднесрочный прогноз (с помощью логистической модели на 3–10 лет). Для достаточно надежного среднесрочного и долгосрочного прогноза значений показателя общей заболеваемости подростков необходимо выполнение условия отсутствия масштабных (катастрофических) медико-демографических и социально-экономических изменений жизни населения, а также резких отрицательных изменений в области организации и функционирования службы психического здоровья.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

1. Менделевич БД. Региональные особенности заболеваемости психическими расстройствами детей в Российской Федерации. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2010;110(7):48–52. Mendelevich BD. Regional differences in the prevalence of mental disorders in children and adolescents in the Russian Federation. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2010;110(7):48–52. (In Russ.).
2. Макушкин ЕВ, Байбарина ЕН, Чумакова ОВ, Демчева НК. Основополагающие задачи и проблемы охраны психического здоровья детей в России. *Психиатрия*. 2015;4:5–11. Makushkin EV, Baybarina EN, Chumakova OV, Demcheva NK. Fundamental tasks and problems of a mental health care of children in Russia. *Psychiatry (Moscow) (Psikhiatriya)*. 2015;4:5–11. (In Russ.).
3. Макушкин ЕВ, Демчева НК. Динамика и сравнительный анализ детской и подростковой заболеваемости психическими расстройствами в Российской Федерации в 2000–2018 годах. *Российский психиатрический журнал*. 2019;4:4–15. doi: 10.24411/1560-957X-2019-11930. Makushkin EV, Demcheva NK. Dynamics and comparative analysis of child and adolescent incidence of mental disorders in the Russian Federation for the years 2000–2018. *Russian Journal of Psychiatry*. 2019;4:4–15. (In Russ.). doi: 10.24411/1560-957X-2019-11930
4. Демчева НК, Яздовская АВ. Общая заболеваемость психическими расстройствами в РФ и федеральных округах в 2017–2019 гг. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2021;1:45–55. doi: 10.33920/med-01-2101-04. Demcheva NK, Yazdovskaya AV. General morbidity of mental disorders in the Russian Federation and federal districts in 2017–2019. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*. 2021;1:45–55. (In Russ.). doi: 10.33920/med-01-2101-04
5. Чичерин ЛП, Щепин ВО. Психическое здоровье детей и подростков: основные характеристики, некоторые теоретические аспекты. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2024;32(3):377–382. doi: 10.32687/0869-866X-2024-32-3-377-382. Chicherin LP, Shchepin VO. Mental health of children and adolescents: main characteristics, some theoretical aspects. *Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine*. 2024;32(3):377–382. (In Russ.). doi: 10.32687/0869-866X-2024-32-3-377-382
6. Шпорт СВ, Макушкина ОА. Психиатрическая помощь населению Российской Федерации: ресурсное обеспечение и динамика показателей. *Сибирский вестник психиатрии и наркологии*. 2024;4(125):82–96. doi: 10.26617/1810-3111-2024-4(125)-82-96. Shport SV, Makushkina OA. Psychiatric care for the population of the Russian Federation: resource provision and dynamics of indicators. *Siberian Herald of Psychiatry and Addiction Psychiatry*. 2024;4(125):82–96. (In Russ.). doi: 10.26617/1810-3111-2024-4(125)-82-96
7. Митихин ВГ. Психометрия латентных характеристик: инструменты, проблемы обработки ранговой информации, решения. *Психолого-педагогические исследования*. 2024.16(2):60–76. doi: 10.17759/psyedu.2024160204

- Mitikhin VG. Psychometry of Latent Characteristics: Tools, Problems of Rank Information Processing, Solutions. *Psychological-Educational Studies*. 2024.16(2):60–76. doi: 10.17759/psyedu.2024160204 (In Russ.).
8. *Здравоохранение в России*. М.: Росстат. 2023. Healthcare in Russia. М.: Rosstat. 2023. (In Russ.).
  9. Гурович ИЯ, Голланд ВБ, Сон ИМ. Психиатрические учреждения России: показатели деятельности (1999–2006 гг.). М.: Медпрактика-М, 2007. Gurovich IYa, Golland VB, Son IM. Psychiatric institutions in Russia: performance indicators (1999–2006). М.: Medpraktika-M; 2007. (In Russ.).
  10. Гурович ИЯ, Шмуkler АБ, Голланд ВБ. Психиатрическая служба в России в 2006–2011 гг. М.: Медпрактика-М. 2012. Gurovich IYa, Shmukler AB, Golland VB. Psychiatric service in Russia in 2006–2011. М.: Medpraktika-M; 2012. (In Russ.).
  11. Эпидемиологические показатели и показатели деятельности психиатрических служб в РФ (2005–2013). Стат. справочник. Под ред. Кекелидзе ЗИ и Казаковцева БА. М. ФГБУ «ФМИЦПН им. В.П. Сербского» Минздрава России. 2015. Epidemiological indicators and performance indicators of psychiatric services in the Russian Federation (2005–2013). Stat. spravochnik. Pod red. Kekeclidze ZI i Kazakovtseva BA. М. FGBU «NMIСPN im. V.P. Serbskogo» Minzdrava Rossii. 2015. (In Russ.).
  12. Казаковцев БА, Демчева НК, Яздовская АВ. Психиатрическая помощь населению Российской Федерации в 2019 году. М.: ФГБУ «НМИЦПН им. В.П. Сербского» Минздрава России, 2020. Kazakovcev BA, Demcheva NK, Yazdovskaya AV. Psychiatric care for the population of the Russian Federation in 2019. М.: FGBU «NMIСPN im. V.P. Serbskogo» Minzdrava Rossii, 2020. (In Russ.).
  13. Ресурсы и деятельность медицинских организаций здравоохранения. 1 часть. Медицинские кадры: статистические материалы. ЕГ Котова, ОС Кобыякова, ВИ Стародубов. М.: ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, 2023. doi: 10.21045/978-5-94116-124-9-2023 Resources and activities of medical healthcare organizations. Part 1. Medical personnel: Statistical materials. EG Kotova, OS Kobyakova, VI Starodubov. М.: FGBU «CNIIOIZ» Minzdrava Rossii, 2023. (In Russ.). doi: 10.21045/978-5-94116-124-9-2023
  14. Киселев АС, Жариков НМ, Иванова АЕ. Психическое здоровье населения. Владивосток: Изд. Дальневост. Унив-та. 1993. Kiselev AS, Zharikov NM, Ivanova AE. Mental health of the population. Vladivostok: Izd. Dal'nevost. Univ-ta, 1993. (In Russ.).
  15. Mitikhin V, Yastrebov V, Solokhina T. Models of the influence of socio-economic factors on the indicators of mental health among the population of the Russian Federation. *Journal of Culture and Mental Health*. 2018; 1(1):10–16. doi: 10.1080/17542863.2017.1394655
  16. Митихин ВГ, Солохина ТА. Популяционные модели оценки показателей общей и первичной заболеваемости психическими расстройствами населения Российской Федерации в период 1992–2022 годы. *Психиатрия, психотерапия и клиническая психология*. 2024;15(3):282–299. doi: 10.34883/PI.2024.15.3.001 Mitikhin V, Solokhina T. Population Models for Assessing the Indicators of General and Primary Morbidity of Mental Disorders in the Population of the Russian Federation in the Period 1992–2022. *Psychiatry, psychotherapy and clinical psychology*. 2024;15(3):282–299. (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2024.15.3.001
  17. Капица СП. Демографическая революция в России. *Век глобализации*. 2008;1:128–143. Kapitsa SP. Demographic revolution in Russia. *Age of Globalization*. 2008;1:128–143. (In Russ.).
  18. Капица СП. Парадоксы роста. Законы глобального развития человечества. М.: Альпина нон-фикшн. 2012. Kapitsa SP. Paradoxes of growth. The laws of global human development. М.: Al'pina nonfikshn, 2012. (In Russ.).
  19. Mental health Atlas 2020. World Health Organization, Geneva. 2021.
  20. Ризниченко ГЮ. Лекции по математическим моделям в биологии. Москва-Ижевск: РХД. 2011. Riznichenko GYu. Lectures on mathematical models in biology. Moscow-Izhevsk: RCD, 2011. (In Russ.).

**Сведения об авторах**

*Вячеслав Георгиевич Митихин*, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия

*mvgmia@mail.ru*; <https://orcid.org/0000-0002-9502-5395>

*Татьяна Александровна Солохина*, доктор медицинских наук, заведующий отделом, отдел организации психиатрических служб, ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия

*tsolokhina@live.ru*; <https://orcid.org/00000003-3235-2476>

*Юлия Александровна Чайка*, доктор медицинских наук, директор, ФГБНУ «Научный центр психического здоровья», Москва, Россия

*ncpz@ncpz.ru*; <https://orcid.org/00000001-7182-2472>

**Information about the authors**

*Vyacheslav G. Mitikhin*, Cand. Sci. (Physics and Math.), Mental Health Research Centre, Moscow, Russia

*mvgmia@mail.ru*; <https://orcid.org/0000-0002-9502-5395>

*Tatyana A. Solokhina*, Dr. Sci. (Med.), Head of Department, Department of Mental Health Services, Mental Health Research Centre, Moscow, Russia

*tsolokhina@live.ru*; <https://orcid.org/0000-0003-3235-2476>

*Yulia A. Chaika*, Dr. Sci. (Med.), Director, Mental Health Research Centre, Moscow, Russia

*ncpz@ncpz.ru*; <https://orcid.org/00000001-7182-2472>

**Вклад авторов**

*Митихин В.Г.* — методология исследования, получение данных, формальный анализ, создание рукописи; *Солохина Т.А.* — верификация данных, редактирование рукописи, наблюдение за выполнением исследования;

*Чайка Ю.А.* — формулирование идеи, редактирование рукописи, наблюдение за выполнением исследования.

**Authors' contribution**

*Vyacheslav G. Mitikhin* — methodology, investigation, formal analysis, writing;

*Tatyana A. Solokhina* — data curation, editing the manuscript, supervision;

*Yulia A. Chaika* — conception, editing the manuscript, supervision.

**Конфликт интересов/Conflict of interests**

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflict of interests.*

Дата поступления 15.07.2025 Received 15.07.2025	Дата рецензирования 09.08.2025 Revised 09.08.2025	Дата принятия к публикации 10.08.2025 Accepted for publication 10.08.2025
--	--	--