

А. Д. Харин, Б. К. Койчубеков, Б. К. Омаркулов

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАДРОВЫХ РЕСУРСОВ ПМСП

Медицинский университет Караганды (Караганда, Казахстан)

Целью исследования послужило изучение влияния ряда факторов на прогнозирование потребности во врачах общей практики в Казахстане до 2030 г. Для этого проведен анализ чувствительности модели. Модель прогнозирования кадровых ресурсов разработана по методологии системной динамики. Анализ чувствительности (метод Монте-Карло) был проведен для учета изменений в количестве врачей общей практики под влиянием следующих параметров модели: увольнения по причине достижения пенсионного возраста, увольнения по другим причинам, а также приток кадров за счет внутренних мигрантов. Для каждого параметра рассчитывалась относительная чувствительность. Результаты свидетельствуют, что созданная модель наименее чувствительна к параметру «выход на пенсию», но очень чувствительна к показателю текущей численности кадров. Это одна из основных проблем первичной медико-санитарной помощи. Данный параметр имеет большой потенциал для управления потоком рабочей силы. Прием на работу внутренних мигрантов (кроме выпускников вузов) – еще один фактор, который оказывает значительное влияние на прогнозы. Чувствительность к этому параметру сопоставима с чувствительностью к оттоку кадров. Также осуществлена оценка влияния всех трех параметров одновременно. Если реализуется наиболее вероятный сценарий, то рынок предложений практически полностью покрывает потребности во врачах общей практики с небольшим дефицитом от 68 до 305 врачей.

Ключевые слова: системная динамика, оценка чувствительности, прогнозирование кадровых ресурсов, общественное здравоохранение

Планирование кадровых ресурсов здравоохранения включает в себя оценку текущей ситуации, прогнозирование будущего спроса и разработку соответствующих стратегий для обеспечения баланса спроса и предложения на рабочую силу [1, 2, 3].

В разных странах используются разные методы прогнозирования, и каждый подход имеет свои сильные и слабые стороны [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Большинство из них не в состоянии охватить все ключевые параметры, влияющие на спрос и предложение кадров здравоохранения, все возможные динамические взаимодействия между социальными, экономическими и экологическими факторами и не могут генерировать возможные сценарии в ответ на вопросы «что, если» [12, 13, 14, 15, 16].

Причиной неопределенности также могут быть неполные данные о прошлом и настоящем. И даже когда они надежны, часто возникает сомнение, можно ли и как экстраполировать их на будущее. Следовательно, любое предположение о будущем носит вероятностный характер. Например, в 1998 г. прогнозировалось недостаточное количество врачей в Канаде на следующие 25 лет, исходя из предполагаемого сокращения соотношения врачей к численности населения на 31% [17]. Однако, если медицинские услуги, связанные с возрастными и гендерными потребностями, сокращаются на 1% в год, а средняя производительность врачей увеличивается на 1% в год, соотношение врач/численность населения увеличится на 27%. Следовательно, может потре-

боваться сокращение, а не увеличение количества обучающихся в медицинских вузах [18].

Детерминированный анализ чувствительности и стохастическое моделирование – два широко используемых подхода к оценке неопределенности в моделях прогнозирования. При детерминированном анализе чувствительности входное значение одной переменной изменяется, а другие остаются неизменными. Если входной параметр значительно влияет на результат, это доказывает, что модель чувствительна к данной переменной. Диапазон прогнозов определяется пределами входных значений чувствительных переменных. Например, вы можете использовать 3 оценки значения – минимальное, максимальное и наиболее распространенное значение – для входных переменных, чтобы получить 3 соответствующих прогноза: пессимистичный, оптимистичный и наиболее вероятный [19].

При стохастическом моделировании (метод Монте-Карло) значение входных параметров изменяется в соответствии с его распределением вероятностей, и результат прогноза также будет случайной величиной. Этот процесс повторяется много раз, после чего можно оценить среднее значение и дисперсию выходных данных прогноза, а неопределенность прогноза можно оценить количественно путем вычисления доверительного интервала, в котором находится истинное значение. Распределения вероятностей, которые использовались для стохастического моделирования, включают в себя логистическое нормальное

распределение, нормальное распределение и треугольное распределение. Треугольное распределение имеет несколько интересных особенностей. Он определяется 3 параметрами: наиболее вероятным значением (режимом), минимальным значением и максимальным значением. Эти значения используются в обычном анализе чувствительности и могут быть легко поняты людьми без особой статистической подготовки [20].

F. Song и T. Rathwell протестировали чувствительность имитационной модели, предназначенной для прогнозирования спроса на больничные койки и врачей в Китае [21], с использованием 2 подходов. Результаты показали преимущества стохастического моделирования перед детерминированным подходом. Важно,

чтобы стохастический прогноз можно было использовать для неконтролируемых факторов, таких как изменения в численности населения.

Цель работы состояла в том, чтобы использовать стохастическое моделирование для анализа чувствительности разработанной модели прогнозирования потребностей во врачах общей практики в Казахстане до 2030 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для разработки модели прогнозирования кадровых ресурсов врачей общей практики применяли концепцию системной динамики, основанную на потоковом подходе (stock and flow). Базовым годом являлся 2018 г., прогнозы составлялся до 2030 г. с интервалом в 2 года. Данные для модели были собраны из различных источников (табл. 1).

Таблица 1 – Источники данных

Элемент	Значение	Источник
Новые выпускники-ВОП в год (все медицинские вузы Казахстана)	900	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Прием на работу	10,3% (CI:9,7; 10,9)	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Выход на пенсию	1,3% (CI:1,1; 1,5)	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Уволившиеся по другим причинам	14,5% (CI:13,8; 15,2)	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Средняя численность населения на одну штатную единицу ВОП	1678	Республиканский центр развития здравоохранения
Рождаемость в 2018 г.	21,64	Комитет статистики Казахстана
Смертность в 2018 г.	7,15	Комитет статистики Казахстана
Коэффициент иммиграции в 2018 г.	0,86	Комитет статистики Казахстана
Уровень эмиграции в 2018 г.	2,09	Комитет статистики Казахстана
Среднее число посещений на единицу населения в 2018 г.	2,5	Республиканский центр развития здравоохранения
Среднее число посещений на одного ВОП в 2018 г.	4689	Республиканский центр развития здравоохранения

Модель складывается из 2 главных компонентов: субмоделей предложения и спроса. Субмодель предложения состоит из «запаса», «притока» и «оттока». Запас характеризует ситуацию на настоящий момент, приток включает выпускников ВОП и вновь трудоустроившихся внутренних мигрантов, а отток – уволившихся по причине выхода на пенсию, эмигрировавших, уволившихся по другим причинам.

Субмодель спроса рассчитывает необходимое количество ВОП для удовлетворения потребности системы здравоохранения. В связи с этим концептуальная основа данной модели основана на 3 элементах: численности населения, потребности в медуслугах и уровне оказания данных услуг врачами общей практики.

В базовом сценарии прогнозировали спрос на медицинских работников, предполагая, что в условиях роста населения уровень услуг (определяемый как количество населения на одного ВОП) остается неизменным. При этом подходе для прогнозирования потребностей в кадрах используются два параметра – общая численность населения и средняя численность населения на одного врача. Предполагается, что средняя численность населения на одного врача ПМСП останется неизменной на уровне 2018 г. (оценивается в 1 678 человек). Затем рассчитывается общее количество ВОП, необходимых на каждый год, путем деления общей численности населения на среднюю нагрузку. Дефицит (или избыток) определяет-

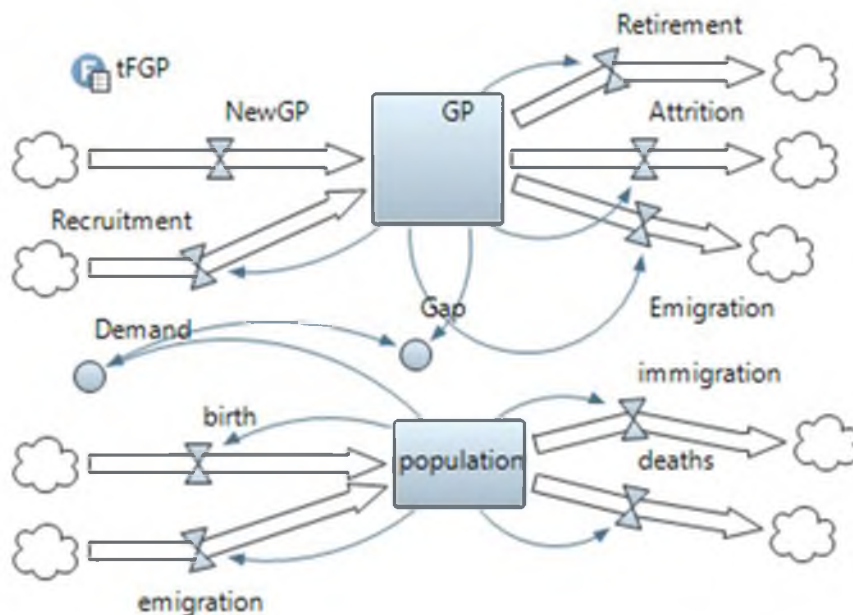


Рисунок 1 – Субмодель прогнозирования ВОП

ся как разница между спросом и доступным предложением.

Анализ чувствительности использовали для оценки количества ВОП при изменении следующих входных параметров модели: количества уволившихся ВОП по причине выхода на пенсию, уволившихся по другим причинам и количества вновь принятых врачей в ПМСП. Вместо точечных значений входных параметров были заданы стохастические входные переменные в виде треугольных распределений (определяемых минимальным, максимальным и наиболее вероятным значениями). Был использован метод моделирования Монте-Карло с 5 000 итераций. На каждой итерации применялось новое значение из определенного диапазона входных переменных. В результате выходные данные представляли собой не точечные оценки, а интервалы значений в виде медианы, минимального и максимального значения 95% доверительного интервала для каждого прогона.

Относительная чувствительность вычислялась по формуле:

$$S(t) = \frac{\Delta Y(t)/Y(t)}{\Delta X(t)/X(t)} \times 100\%$$

где $\Delta Y(t)/Y(t)$ представляет изменение выходной переменной, а $\Delta X(t)/X(t)$ представляет изменение ключевого параметра.

Чувствительность оценивалась по следующей шкале: слабая чувствительность ($\leq 30\%$), умеренная чувствительность (31 – 100%) и высокая чувствительность ($> 100\%$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2018 г. в системе первичной медико-санитарной помощи (ПМСП) Казахстана работали 10 314 врачей, при этом по данным Министерства здравоохранения Республики Казахстан дефицит составил 3%. В связи с ростом населения прогнозируется, что спрос на врачей общей практики увеличится до 13 084 к 2030 г. (табл. 2). Даже если медицинские университеты страны сохраняют годовой выпуск около 900 врачей общей практики, их все равно будет не хватать.

Прежде всего исследовали влияние параметра «выход на пенсию» на общее количество ВОП (в прошлом медиана ежегодного выхода на пенсию составляла 1,3% (ДИ:1,1; 1,5). Проанализировано, как изменение этого параметра может повлиять на баланс между спросом и предложением (рис. 2а).

В целом, даже если число выходящих на пенсию будет минимальным, это все равно не позволит устранить дефицит врачей. В 2020 г. дефицит может составить от 364 до 443 ВОП с отклонением от медианного значения около 1%. Согласно прогнозу, к 2024 г. медиана дефицита снизится до 365 ВОП, однако максимальное среднее абсолютное отклонение составит 30%, а нехватка количества требуемых ВОП может варьироваться от 254 до 474 (для 95% ДИ).

К 2030 г., по прогнозам, спрос на рабочую силу ВОП достигнет 13 084 – чистый прирост всего лишь на 1 177 врачей с 2024 г. В то

Таблица 2 – Влияние параметров модели на общее число ВОП до 2030 г.

Входной параметр	Число ВОП (медиана [95ДИ])					
	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Выход на пенсию	10778 [10738-10817]	11185 [11107-11262]	11542 [11433-11653]	11856 [11714-11992]	12127 [11962-12299]	12370 [12176-12563]
Увольнения	10940 [10800-11081]	11501 [11227-11769]	11996 [11606-12408]	12442 [11943-12976]	12840 [12223-13483]	13197 [12477-13947]
Прием на работу	10841 [10643-11037]	11307 [10927-11691]	11710 [11173-12283]	12077 [11375-12814]	12399 [11571-13284]	12681 [11719-13711]
Влияние всех трех параметров	10880 [10558-11203]	11375 [10801,5-12003]	11826 [10963-12699]	12219 [11165-13435]	12574 [11282-14041]	12889 [11428-14574]
Прогнозируемый спрос	11181	11538	11907	12287	12679	13084

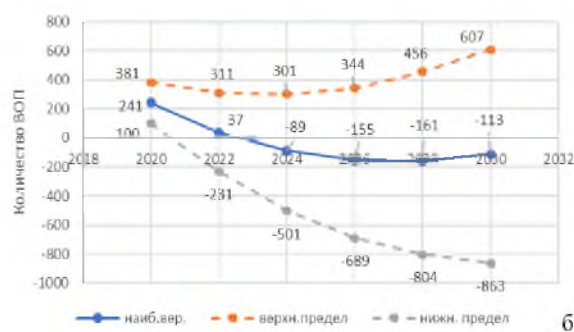


Рисунок 2 – Влияние параметров «выход на пенсию» (а) и «увольнение по другим причинам» (б) на баланс между спросом и предложением. Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

же время прогнозируется рост дефицита с 365 (95% ДИ: 254; 474) до 714 (95% ДИ: 521; 908) ВОП. Т. е. вариации уровня выхода на пенсию в диапазоне 1,1-1,5% приводят к неопределенности прогноза дефицита на уровне около 30%.

Изучено влияние текучести кадров (увольнение по другим причинам) на обеспеченность врачами общей практики (рис. 26). На основании данных прошлых лет этот параметр оценивался на уровне 13,8-15,2% с наиболее вероятным значением 14,5%. В случае реализации верхнего предела этого диапазона дисбаланс сохранится – дефицит в различные годы составит от 301 до 607 ВОП. Если этот параметр примет наиболее вероятное (медианное) значение, то уже к 2024 г. будет наблюдаться избыток на уровне 89 врачей. При таком развитии событий в последующие годы будет наблюдаться ускоренный рост уровня предложения, который превысит уровень спроса на 155 в 2026 г., на 161 в 2028 г. и на 113 ВОП в 2030 г.

Аналогичные тренды прогнозируются и при минимальных значениях параметра «увольнение по другим причинам». В этом случае прогнозируемое количество ВОП не только покрывает все потребности ПМСП, но и значительно превысит их – профицит составит 2% в 2022 г., 4,2% в 2024 г., 5,6% в 2026 г., 6,3% в 2028 г. и 6,6% в 2030 г.. Если в 2030 г. события будут развиваться по такому сценарию, спрос составит 13 084 ВОП, а предложение – 13 947 ВОП, то есть с разницей в 863 врача.

Проанализирован эффект от изменения количества вновь принятых врачей в ПМСП (рис. 3). По данным за прошлые годы медиана этого параметра составляла 10,3% (ДИ:9,7; 10,9). В случае наиболее вероятного сценария найма (10,3%) будет прогнозироваться отставание предложения от спроса, что приведет к дефициту от 197 до 403 ВОП в разные годы. А в случае реализации нижнего предела диапазона (9,7%) к 2030 г. нехватка специалистов может составить 1 365 ВОП.

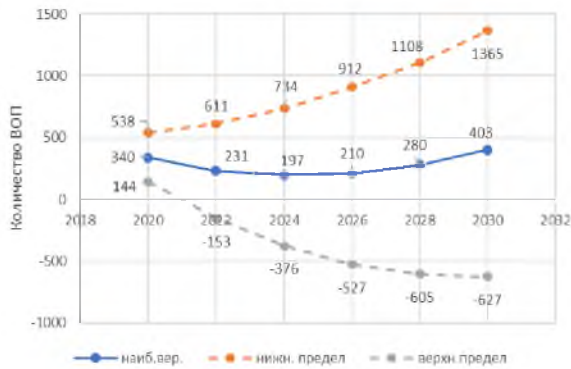


Рисунок 3 – Влияние количества вновь принятых врачей на баланс между спросом и предложением ВОП. Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Напротив, высокий уровень найма (10,9%) приведет к росту предложения сверх достаточного уровня. Т. е. есть небольшая вероятность, что количество врачей увеличится и превысит потребности, которые определяются количеством населения. При таком сценарии это превышение может составить от 153 ВОП в 2022 г. до 627 ВОП в 2030 г.

В 2018 г. Казахстан принял программу развития ПМСП. Согласно этой программе, ПМСП должна стать центральным звеном в системе оказания медицинских услуг в республике. Особое внимание уделяется политике развития кадровых ресурсов здравоохранения. Одна из его задач – разработка новых подходов к планированию и прогнозированию.

Разработанная модель прогнозирования количества врачей общей практики первичной медико-санитарной помощи основана на методологии системной динамики и методике компьютерного моделирования для определения, понимания и обсуждения сложных вопросов и

проблем. Этот подход использовался в различных контекстах, включая планирование человеческих ресурсов, для понимания системы со сложными динамическими и нелинейными взаимодействующими переменными [23].

Проанализирован базовый сценарий, в соответствии с которым для прогнозирования потребностей в ВОП используются два входных параметра – общая численность населения и средняя численность населения на одного врача. Прогнозируемое предложение рабочей силы, в свою очередь, также зависит от ряда параметров, три из которых рассматривались как источники неопределенности.

В исследовании модель использовалась в экспериментах, имитирующих меры вмешательства со стороны государственных органов, которые оказали бы влияние на кадровое обеспечение в силу изменений некоторых параметров. В интервенционных испытаниях, изменяя три ключевых параметра, можно видеть и анализировать их влияние на количество ВОП. Было необходимо выявить те параметры, к которым модель наиболее чувствительна, и оценить последствия их изменчивости, поскольку это важно для формирования кадровой политики. Для этого прогнозируемое предложение на «рынке» ВОП сравнивалось со спросом, который был определен с использованием двух входных параметров – количества всего населения и среднего количества населения на одного врача ПМСП.

Созданная модель наименее чувствительна к параметру пенсионного обеспечения. Относительная чувствительность $S(t)$ в период прогноза колеблется от 2% до 10% (табл. 3).

Изменение этого параметра в пределах доверительного интервала не позволит ликвидировать разрыв между спросом и предложением.

Таблица 3. Относительная чувствительность параметров (%)

Показатель	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Выход на пенсию	2	5	6	8	9	10
Увольнение по другим причинам	27	49	67	83	100	113
Вновь принятые	31	58	79	100	115	130

нием. В настоящее время в системе ПМСП работают около 7% врачей пенсионного возраста. М. Сильвер и соавт. обратили внимание, что за последние 40 лет во многих странах сложилась модель, согласно которой непропорционально большое количество врачей продолжают практиковать после достижения

традиционного пенсионного возраста, составляющего примерно 65 лет [24]. Однако в Казахстане увеличить их долю вряд ли возможно, потому что в ПМСП идет активный процесс замены терапевтов и педиатров советского периода на терапевтов с другими компетенциями.

На размер кадровых ресурсов здравоохранения страны влияют как приток, так и отток кадров, и очень важно, чтобы эта динамика рынка труда была хорошо изучена, если страны способны формулировать эффективную политику и стратегии в отношении кадров. Убыток, определяемый в широком смысле как уход из рабочей силы, который может быть вызван эмиграцией, добровольным уходом (например, в другие сектора занятости), болезнью, смертью, является важным элементом оттока с рынка труда и тем, на что правительства могут напрямую влиять путем реализации стратегий мотивации и удержания медицинских работников.

Для решения проблемы нехватки медицинских работников и эффективного планирования на будущее больше внимания следует уделять текучести кадров. Уход врачей в другие отрасли экономики приводит к большой потере государственных средств, расходуемых на обучение и подготовку медицинских работников [25]. Возникающая в результате нехватка кадров способствует увеличению нагрузки и ухудшению условий труда других врачей, что, в свою очередь, способствует снижению качества медицинской помощи и снижению эффективности здравоохранения [26]. Текучесть кадров существенно влияет на прогнозируемое предложение медицинских работников и делает «истощение запасов» одним из ключевых компонентов моделей прогнозирования кадровых ресурсов [27].

Предлагаемая модель очень чувствительна к этому параметру – $S(t)$ колеблется от 27% в 2020 г. до 113% в 2030 г. При этом возможны как сценарии дефицита ВОП (в случае реализации верхнего предела показателя), так и избытка предложения (наиболее вероятный сценарий и сценарий с нижним пределом показателя). Текучесть кадров – одна из основных проблем первичной медико-санитарной помощи. Основные причины – отсутствие мотивационных стимулов к работе, низкая заработная плата и низкая социальная защита работников. Достаточно серьезна ситуация с привлечением и удержанием кадров в сельской местности. Параметр «увольнение по другим причинам» имеет большой потенциал для регулирования потока рабочей силы. В настоящее время в республике разрабатывается и реализуется ряд мер по совершенствованию системы мотивации, стимулирования труда медицинских работников, к которым относятся:

- введение социальных, финансовых и материальных стимулов для поддержки меди-

цинских работников на местном уровне соответствующими источниками финансирования, обеспечение мер социальной поддержки медицинских работников, особенно молодых сельских специалистов;

- введение на уровне медицинских организаций дифференцированной оплаты труда по конечным результатам работы;

- развитие механизмов нематериальной мотивации (предоставление возможности обучения за счет работодателя, обеспечение непрерывного карьерного и профессионального роста, поддержание благоприятной организационной культуры);

- создание безопасных условий труда для поддержания здоровья и безопасности работников здравоохранения [28].

Параметр «вновь принятые» (найм) – еще один фактор, который оказывает значительное влияние на прогнозирование количества врачей общей практики. В него не входят люди, которые только что закончили учебу. Среди нанятых работников есть те, кто сменил место жительства или по какой-то причине перешел из одного медицинского учреждения в другое. Это также могут быть врачи, закончившие военную службу, вышедшие из отпуска по беременности и родам, пришедшие из смежных областей медицины или однажды оставившие медицинскую практику и решившие вернуться. По данным, доля таких лиц составляет 10,3% (ДИ: 9,7; 10,9). Чувствительность $S(t)$ к этому параметру сопоставима с чувствительностью к текучести кадров (табл. 3).

Анализ чувствительности также позволяет определить важные параметры, на которых можно сосредоточиться, чтобы уменьшить неопределенность и повысить надежность самой модели. Изучен эффект комплексного влияния трех исследуемых параметров на выходную переменную (количество ВОП) (рис. 4).

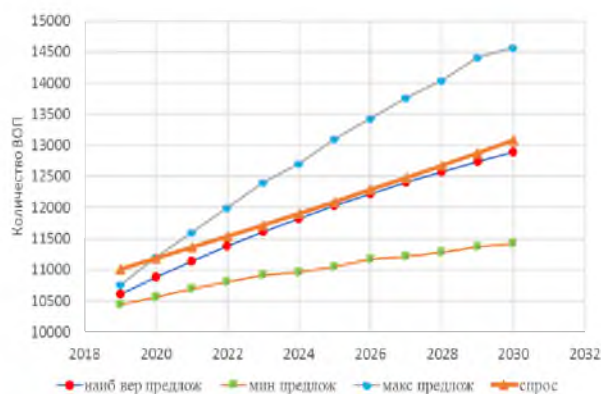


Рисунок 4 – Неопределенность в прогнозируемом количестве ВОП

Если будет реализован наиболее вероятный сценарий, то предложение почти полностью покроет потребности в ВОП с небольшим дефицитом в 68-305 врачей. Верхняя и нижняя линии на графике показывают маловероятные, но также возможные сценарии прогноза. Если они будут реализованы на рынке труда, перед Минздравом могут возникнуть серьезные проблемы, связанные с переизбытком врачей в первом случае и их дефицитом – во втором.

Поскольку модель основана на данных прошлых лет, вопрос заключается в точности указанных в ней исходных параметров. К сожалению, Казахстан находится на начальной стадии создания профессионального реестра кадровых ресурсов здравоохранения. Информацию о кадрах можно найти в формах отчетности Минздрава: «Отчет медицинской организации», «Отчет о медицинском ресурсе», а также в базе данных «Персонал», на портале Республиканского центра электронного здравоохранения, в отделе науки и кадров Министерства здравоохранения, в отделах занятости медицинских вузов. Ни один из этих источников не является исчерпывающим. Например, рассчитаны три ключевых параметра и их доверительные интервалы на основе данных за последние четыре года из-за отсутствия информации за более ранний период. Это привело к широкому доверительному интервалу и значительной неопределенности прогнозов. Преимущество системной динамики в ее гибкости, по мере накопления новых данных можно корректировать ключевые параметры модели, что повысит ее надежность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной статье был рассмотрен базовый сценарий развития ПМСП, предполагающий, что тот же уровень обслуживания (определяемый как средняя численность населения на одного врача) предоставляется в условиях роста населения, проанализировано влияние трех параметров на субмодель предложения. При этом остался неизменным другой ключевой параметр – выпускники медицинских вузов. Это связано с тем, что на ближайшие три года правительство оставит без изменений количество грантов, выделяемых на обучение по медицинским специальностям, и дальнейшие планы пока не определены.

Реформа, проводимая в республике, направлена на изменение структуры первичной медико-санитарной помощи, перераспределение функций по оказанию медицинской помощи между ВОП, психологом, социальным работником и медсестрой. Кроме того, ожида-

ется снижение нагрузки на одного врача с нынешних 2 000 до 1 500 человек. Наблюдаемый в последние годы в республике рост населения может привести к изменению возрастного состава и эпидемиологической ситуации. Все это заставляет рассмотреть другие подходы к прогнозированию человеческих ресурсов в структуре первичной медико-санитарной помощи и оценить влияние других факторов на точность модели.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная модель прогнозирования количества ВОП до 2030 г. наиболее чувствительна к показателю текучести кадров. При этом в будущем под воздействием этого фактора возможны как сценарий дефицита, так и сценарий избытка врачей ПМСП.

2. Чувствительность к параметру «вновь принятые» сопоставима с чувствительностью к параметру «уволившиеся по другим причинам».

3. Если все три рассмотренных ключевых параметра (выход на пенсию, увольнение по другим причинам, вновь принятые) примут наиболее вероятные значения, то в прогнозируемый период предложение будет почти полностью покрывать потребности в ВОП с небольшим дефицитом в 68-305 врачей.

Конфликт интересов. Конфликт интересов не заявлен.

ЛИТЕРАТУРА

1 Smits M. Proceedings of the 23rdBled eConference 'eTrust: Implications for the Individual, Enterprises and Society' /M. Smits, V. Slenter, J. Geurts //Improving manpower planning in health care. –Pucihar, 2010. – P. 144-154.

2 Committee, A.H.W.A., Nursing Workforce Planning In Australia - A Guide To The Process And Methods Used by the Australian Health Workforce Committee. 2004, AHWAC: Sydney, http://www.healthworkforce.health.nsw.gov.au/amwac/pdf/nurse_plan_20041.pdf

3 Birch S. Health human resource planning for the new millennium: inputs in the production of health, illness, and recovery in populations //Can. J. Nursing Res. – 2002. – V. 33. – P. 109-114.

4 Hall T. H. Why plan human resources for health? //Hum. Resour. Dev. – 1998. – V. 2. – P. 77-86.

5 Barer M. Toward integrated medical resource policies for Canada, in Report to the Federal /M. Barer, G. Stoddart //Provincial Territorial Conference of Deputy Ministers of Health. – Ontario, 1991. – P. 214-216.

6 Dussault, G. B. Assessing future health workforce needs-Investing in Europe's health

workforce of tomorrow: Scope for innovation and collaboration /G. B. Dussault, J. Sermeus, W. Pa-daiga. – Geneva, 2010. – 234 p.

7 Forte G. J. U.S physician workforce forecasting: a tale of two states //Cahiers de So-ciologie et de Demographie Medicales. – 2006. – V. 46 (2). – P. 123-148.

8 Lavis, J. N. The answer is ..., now what was the question? Applying alternative approaches to estimating nurse requirements /J. N. Lavis, S. Birch //Can. J. Nurs. Adm. – 1997. – V. 10 (1). – P. 24-44.

9 Roberfroid D. L. Physician supply fore-cast: better than peering in a crystal ball /D. L. Roberfroid, Ch. Stordeur, S. //Hum. Resour. Health. – 2009. – V. 7 (10). – P. 16-18.

10 Schofield D. Modelling demand for medical services in Australia /D. Schofield, I. Mcrae, R. Shrestha //International Medical Work-force Conference. – Edinburgh, 2008. – P. 78-82.

11 Schofield D. R. Access to general prac-titioner services among underserved Australi-ans: a microsimulation study /D. Schofield, R. Shrestha, E. Callander //Hum. Resour. Health. – 2012. – V. 10. – P. 567-571.

12 O'Brien-Pallas L. Health human resource planning in home care: How to approach it – That is the question //Health. Pap – 2000. – V. 1 (4). – P. 53-59.

13 Rafiei S. Organization., W.H., Models and Tools for Health Workforce Planning and Pro-jections /S. Rafiei, S. Abdollahzade, F. Hashemi // Human Resources for Health Observer. – Geneva, 2010. – P. 890-893.

14 Scott A. Alternative approaches to health workforce planning. – Queensland, 2011. – 148 p.

15 Solutions D.C.f.H. Better health care worker demand projections: A twenty first centu-ry approach. – Bipartisan, 2013. – 234 p.

16 The Complexities of National Health Care Workforce Planning. – Bipartisan, 2011. – 68 p.

17 Buske L. Projected physician supply // CMAJ. – 1998. – V. 158. – P. 1584.

18 Health human resources planning and the production of health /S. Birch, G. Kephart, G. Tomblin-Murphy et al. //Development of an ana-lytical framework for needs-based health human resources planning. – Ontario: McMaster Universi-ty; 2007. – 164 p.

19 Ship P. J. Health personnel projec-tions, The methods and their uses, studies on

country experiences. WHO/EDUC/ 89.198. Divi-sion of Health Manpower Development. – Gene-va, 1989. – 92 p.

20 Joyce C. More doctors, but not enough: Australian medical workforce supply 2001 – 2012 /C. Joyce, J. McNeil, J. Stoelwind-er //Med. J. Aust. – 2006. – V. 184. – P. 441-446.

21 Song F. Stochastic simulation and sen-sitivity analysis: estimating future demand for health resources in China /F. Song, T. Rathwell // World Health Stat. – 1994. – V. 47. – P. 149-156.

22 Medical Training Review Panel. Sev-enth Report. Canberra: Commonwealth Depart-ment of Health and Ageing, 2003. Available at: <http://www.health.gov.au/internet/wcms/Pub-lishing.nsf/Content/health-workforce-educat-ion-mtrp7thr.htm> (accessed Mar 2006).

23 Australian Bureau of Statistics. Popula-tion projections, Australia, 2002 – 2101. – Can-berra: ABS, 2003. – 324 p.

24 A systematic review of physician re-tirement planning /M. P. Silver, A. D. Hamilton, A. Biswas et al. //Hum. Resour. Health. – 2016. – V. 14. – P. 67.

25 Kollar E. Ethics and policy of medical brain drain: a review /E. Kollar, A. Buyx //Swiss Med. Wkly. – 2013. – V. 143: w13845

26 Serour G. I. Healthcare workers and the brain drain //Int. J. Gynaecol. Obstet. – 2009. – V. 106. – P. 175-178.

27 Ono T. Health Workforce Planning in OECD Countries: A review of 26 projection mod-els from 18 countries /T. Ono, G. Lafortune, M. Schoenstein //OECD Health Working Papers. – 2013. – V. 62. – P. 78-85.

28 Republican Center for Healthcare De-velopment [Internet]. Nur-Sultan: The Associa-tion; [cited 2020 Jun 07]. National Healthcare Personnel Management Policy. Available from: <http://www.rcrz.kz/files/nauka/%d0%9d%d0%b0%d1%86%d0%b8%d0%be%d0%bd%d0%b0%d0%bb%d1%8c%d0%bd%d0%b0%d1%8f%20%d0%bf%d0%be%d0%bb%d0%b8% d1%82%d0%b8%d0%ba%d0%b0%20%d1% 83%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%b2%d0% bb%d0%b5%d0%bd%d0%b8%d1%8f%20% d0%9a%d0%a0%d0%97.pdf>

Поступила 03.11.2020 г.

A. D. Kharin, B. K. Koichubekov, B. K. Omarkulov

ESTIMATION OF THE SENSITIVITY OF THE HUMAN RESOURCES FORECASTING MODEL FOR PHC

Karaganda medical university (Karaganda, Kazakhstan)

Our aim was to explore the effect of the uncertainty of some parameters on total General Practitioner supply in Kazakhstan to 2030. System dynamics simulation was used to develop model for General Practitioner workforce forecasting. Sensitivity analysis (Monte Carlo method) was performed to account for changes in the number of General Practitioners as each and set of model parameters is varied. Three key input parameters were explored: retirement rate, attrition rate, recruitment rate. For each parameter relative sensitivity was calculated. Created model is the least sensitive to the parameter of the retirement rate, but is very sensitive to attrition rate. Staff turnover is one of the main problems of primary health care. The attrition rate parameter has great potential for controlling the flow of labor. The level of recruitment (other than new General Practitioners) is another factor that has a significant impact on forecasting General Practitioners. The sensitivity to this parameter is comparable to the sensitivity to the rate of depletion. We believe that measures taken to reduce dropouts will simultaneously increase recruitment. We also evaluated the effect of all three parameters simultaneously. If the most likely scenario is realized, then the proposal of a General Practitioner will almost completely cover the needs with a small deficit of 68 to 305 doctors. If the high limit or low limit scenarios in the labor market are implemented, Healthcare Ministry will face serious problems.

Key words: system dynamics, sensitivity assessment, human resource forecasting, public health

А. Д. Харин, Б. Қ. Қойчубеков, Б. Қ. Омарқұлов

АДСТАРҒА АРНАЛҒАН АДАМ РЕСУРСТАРЫНЫҢ СЕЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Қарағанды медициналық университеті (Қарағанды, Қазақстан)

Біздің мақсат 2030 жылға дейін Қазақстанда жалпы тәжірибе дәрігерлерінің қажеттілігін болжауға бірқатар факторлардың әсерін зерттеу болды. Ол үшін модельге сезімталдық талдауы жүргізілді. Адам ресурстарын болжау моделі жүйенің динамикасы әдіснамасына сәйкес жасалған. Сезімталдықты талдау (Монте-Карло әдісі) келесі модельдік параметрлердің әсерінен жалпы дәрігерлер санының өзгеруін ескеру үшін жүргізілді: зейнеткерлік жасқа жетуіне байланысты жұмыстан босату, басқа себептер бойынша жұмыстан босату және ішкі мигранттардың есебінен кадрлардың келуі. Әр параметр үшін салыстырмалы сезімталдық есептелінді. Алынған нәтижелер көрсеткендей, құрылған модель «зейнетке шығу» параметріне ең аз сезімтал, бірақ жұмысшылардың ауысу жылдамдығына өте сезімтал. Бұл алғашқы медициналық-санитарлық көмектің негізгі проблемаларының бірі. Бұл параметр жұмыс күшінің ағынын басқарудың үлкен мүмкіндіктеріне ие. Ішкі мигранттар болып табылатын дәрігерлерді жалдау (жоғары оқу орындарының түлектерін қоспағанда) болжамдарға айтарлықтай әсер ететін тағы бір фактор болып табылады. Бұл параметрге сезімталдық кадрдың кетуіне сезімталдықпен салыстырылады. Біз барлық үш параметрдің әсерін бір уақытта бағаладық. Егер ең ықтимал сценарий іске асырылса, онда жеткізілім нарығы жалпы дәрігерлердің қажеттіліктерін толығымен дерлік 68-ден 305 дәрігерге дейінгі тапшылықпен жабады.

Кілт сөздер: жүйенің динамикасы, сезімталдықты бағалау, адам ресурстарын болжау, денсаулық сақтау