

НАО Медицинский университет Караганды

УДК 614.2(574)

На правах рукописи

ХАРИН АЗАМАТ ДУЙСЕНБЕКОВИЧ

**Планирование и прогнозирование потребности во врачах общей практики
в Казахстане до 2030 года**

6D110200 – Общественное здравоохранение

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты
кандидат медицинских наук,
ассоциир. профессор
Б.К. Омаркулов

доктор медицинских наук
В.В. Койков,

Зарубежный консультант
доктор медицинских наук,
профессор
И.М. Сон

Республика Казахстан
Караганда 2022

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
1 ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ	10
1.1 Кадровая политика в здравоохранении: сравнительный анализ международной практики.....	11
1.2 Методы планирования и прогнозирования в здравоохранении, достоинства и недостатки.....	15
1.2.1 Метод прогнозирования, основанный на соотношении числа медработников к численности населения.....	16
1.2.2 Метод, основанный на целевых показателях обслуживания (Service Target Approach).....	17
1.2.3 Метод определения спроса на услуги (Demand-Based Approaches)..	18
1.2.4 Метод, основанный на потребности (Needs-Based Approaches).....	18
1.2.5 Трендовые модели.....	19
1.2.6 Эконометрические модели.....	20
1.2.7 Метод определения трудоемкости («фотография рабочего дня»)....	21
1.3 Системная динамика как новая методология компьютерного моделирования и метод решения управленческих задач.....	22
2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	26
2.1 Сбор данных.....	26
2.2 Прогнозирование численности населения.....	27
2.3 Метод Монте-Карло анализа чувствительности.....	27
2.4 Методика проверки валидности модели.....	28
2.5 Метод оптимизации модели.....	28
3 РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ	29
3.1 Структура модели.....	29
3.2 Текущая ситуация в системе ПМСР Казахстана.....	31
3.3 Показатели оттока.....	33
3.4 Показатели притока.....	34
3.5 Оценка ситуации в базовом 2018 году.....	35
3.6 Реализация модели в программе Any Logic.....	35
3.7 Базовый сценарий: модель соотношения "трудовые ресурсы – население".....	36
3.8 Сценарий 1: метод установления целевых показателей по предоставлению услуг.....	38
3.9 Сценарий 2: модель на основе потребностей в медуслугах.....	39
4 ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛИ	43
4.1 Анализ чувствительности модели к параметру «выход на пенсию»....	44
4.2 Анализ чувствительности модели к параметру «текучесть кадров»...	46

4.3 Анализ чувствительности модели к параметру «найм».....	47
5 ВАЛИДНОСТЬ МОДЕЛИ.....	53
6 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ.....	54
6.1 Оптимизация базового сценария.....	54
6.2 Оптимизация Сценария 1.....	56
6.3 Оптимизация Сценария 2.....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

Государственная программа развития здравоохранения Республики Казахстан «Денсаулық» на 2016-2019 годы: утв. Указом Президента Республики Казахстан от 15 января 2016 года, №176.

Национальная политика управления кадровыми ресурсами здравоохранения: утв. Объединенной комиссией по качеству МЗ РК от 29 июня 2017 года, №24.

Основные направления развития первичной медико-санитарной помощи в Республике Казахстан в 2018-2022 годы. Приложение к приказу Министра здравоохранения Республики Казахстан от 27 июля 2018 года № 461

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Моделирование – это метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей. Теория замещения объектов-оригиналов объектом-моделью (аналогом) называется теорией моделирования.

Имитационное моделирование – это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Экспериментирование с моделью называют имитацией (имитация – это постижение сути явления, не прибегая к экспериментам на реальном объекте).

Системная динамика – направление в изучении сложных систем, исследующее их поведение во времени и в зависимости от структуры элементов системы и взаимодействия между ними. В том числе: причинно-следственных связей, петель обратных связей, задержек реакции, влияния среды и других.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

КРЗ	– кадровые ресурсы здравоохранения
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения
СМР	– средний медицинский работник
ВОП	– врач общей практики
ПМСП	– первичная медико-санитарная помощь
ГОБМП	– гарантированный объем бесплатной медицинской помощи
ДИ	– доверительный интервал

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) декларирует, что на сегодняшний день первичная медико-санитарная помощь (ПМСП) является высокоэффективным в экономическом плане звеном, призванным решать проблемы здоровья и, соответственно, благосостояния граждан в настоящем и будущем. С целью дальнейшего развития системы здравоохранения Правительство РК одобрило программу «Основные направления развития ПМСП в РК в 2018-2020 гг.» [1]. Важной частью данной программы является развитие человеческих ресурсов для первичного звена посредством создания эффективной методологии кадрового планирования и прогнозирования. Очевидно, что эффективность действующей системы здравоохранения и уровень медицинских услуг определяются в первую очередь качеством кадрового состава, его знаниями, навыками, опытом и мотивацией.

Кадровая политика включает в себя, во-первых, достаточную квалификацию врачей и среднего медперсонала, во-вторых, обеспечение необходимого их количества в настоящем, прогнозирование их потребности в будущем, чтобы иметь возможность планировать необходимые ресурсы на подготовку и переподготовку медицинских работников, и, по-возможности, избежать дисбаланс в структуре штатов медицинских учреждений. В настоящее время уже вошло в практику, что министерства здравоохранения и другие уполномоченные органы составляют краткосрочные и долгосрочные прогнозы спроса и предложения на рынке трудовых ресурсов для медицины. Основным недостатком подобных прогнозов – оторванность от планов реформирования сферы медицинского обслуживания и медицинского образования. Особенно это проявляется в развивающихся странах – немногие из них, сталкиваясь с нехваткой медицинского персонала, имеют четко разработанную политику и стратегическое видение в области кадровых ресурсов, что является необходимым условием для определения экономических затрат на образование и создание кадровой инфраструктуры [2].

В большинстве стран, как и в Казахстане, до сих пор используется традиционный подход к планированию кадровых ресурсов здравоохранения (КРЗ), при котором основное внимание уделяется плотности, распределению и профессиональной структуре кадров, а для определения потребностей в медработниках используются численность населения, целевые показатели уровня обеспеченности на душу населения, нормы рабочей нагрузки [3].

Однако, необходимо учитывать, что процесс планирования должен включать также цели здравоохранения на краткосрочный и долгосрочный период, экономические расчеты затрат на развитие профессиональных навыков медработников, на профессиональную подготовку медико-санитарного персонала. Нужно включать меры по устранению дисбаланса в структуре кадровых ресурсов, уделять должное внимание повышению производительности труда через внедрение новых технологий, сокращению

текучести кадров через создание социально-экономических стимулов, увеличению приспособляемости к меняющимся демографическим и глобальным экологическим условиям. Кроме того политика развития кадровых ресурсов должна находиться в неразрывной связи с другими, экономическими и социальными, программами государства [4].

Кадровый ресурс здравоохранения Казахстана характеризуется достаточно высокой обеспеченностью врачебными кадрами, но меньшими показателями среднего медицинского персонала, приходящегося на одного врача, в сравнении с мировыми данными. Несмотря на то, что количество врачей ежегодно увеличивается, в системе здравоохранения по-прежнему наблюдается нехватка медицинских специалистов, особенно на селе. При ежегодном увеличении количества врачей система здравоохранения не прекращает испытывать дефицит кадровых ресурсов, особенно на селе. В настоящее время количество врачей на душу населения в городской местности в 4 раза больше, чем в сельской (61,5 на 10 тыс. городского населения и 15,4 – на сельского). Значительная доля населения сельских и удаленных поселений лишена доступа к высококвалифицированной медицинской помощи [5].

В программных документах Министерства здравоохранения РК указывается на основные причины, побуждающих к созданию системы эффективного планирования и прогнозирования кадров здравоохранения. Среди них устаревшие принципы работы кадровых служб, недостаточная подготовка квалифицированных кадров в области менеджмента организации и экономики здравоохранения. Подготовленная и утвержденная национальная политика управления кадровыми ресурсами здравоохранения Республики Казахстан ставит нацелена на устранение этих недостатков. Основными задачами являются: оптимизация планирования и прогнозирования штатной численности и структуры кадров; совершенствование подготовки и непрерывного профессионального развития кадров; эффективное управление человеческими ресурсами здравоохранения [5].

Цель исследования

Целью данного исследования является оптимизация процессов планирования кадровых ресурсов ПМСП на основе имитационной модели прогнозирования.

Задачи исследования:

1. Выявить основные тенденции международного опыта в планировании и прогнозировании человеческих ресурсов в системе здравоохранения. Провести анализ методов планирования кадровых ресурсов, используемых в Республике на современном этапе.

2. Разработать имитационную модель прогнозирования потребности ПМСП во врачах общей практики. Провести оценку качества разработанной модели.

3. Рассмотреть различные сценарии развития спроса и предложения врачей общей практики до 2030 года.

4. Выявить оптимальные значения параметров модели, позволяющие минимизировать дисбаланс между спросом и предложением врачей общей практики.

Научная новизна и практическая значимость.

Разработанная модель прогнозирования потребности в кадровых ресурсах будет основана не только на демографических изменениях в республике, но и учитывать целевые индикаторы государственных программ, эпидемиологическую обстановку, подготовку специалистов в медицинских образовательных учреждениях и другие факторы, влияющие на спрос и предложение в кадровом обеспечении. Модель может быть использована в государственных учреждениях, занимающихся вопросами управления человеческими ресурсами здравоохранения.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. При сохранении количества выпускников вузов, направляющихся в ПМСП, на уровне 900 в год, дефицит врачей будет сохраняться на протяжении всего периода до 2030 года, и обострится до более чем 2000 ВОП при внедрении целевого показателя нагрузки в 1500 населения на одного врача.

2. При сохранении количества выпускников вузов, направляющихся в ПМСП, на уровне 900 в год, наиболее чувствительным параметром модели является «текучесть кадров». Наиболее вероятные значения этого параметра при различных сценариях могут привести как к дефициту, так и к избытку ВОП.

3. Модель может считаться валидной.

4. Модель позволяет найти оптимальные значения параметров, которые минимизируют дисбаланс между спросом и предложением врачей общей практики в системе ПМСП до 2030 года.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследований были доложены на конференциях

1. International conference on research paradigms transformation in social sciences (Irkutsk: Irkutsk Nat Res Tech Univ, 2018);

2. 9th Int'l Conference on Mathematical Modeling in the Physical Sciences (Tinos island, 2020. – 7-10, September).

Результаты исследований были опубликованы в трех журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК: «West Kazakhstan Medical Journal», «Journal of clinical medicine of Kazakhstan», «Менеджер здравоохранения» (Москва), «Медицина и экология» и в журнале, индексируемом в базе SCOPUS «Annali di Igiene» (Q3).

Объем и структура диссертации.

Диссертация изложена на 70 страницах компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, материалов и методов исследования, 3-х разделов собственного исследования, заключения, включающие выводы и рекомендации. Работа иллюстрирована 17 таблицами, 18 рисунками. Библиография включает 123 источника, из них 18 на русском языке и 105 – иностранных авторов.

1 ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИХ КАДРОВ. МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Система здравоохранения является крупнейшей сферой деятельности в государстве. В Республике Казахстан на эту отрасль хозяйства приходится до 2% ВВП. Численность занятых в ней работников составляет около 250 тыс. врачей и средних медицинских работников, в связи с чем всесторонняя и объективная оценка кадрового потенциала становится важнейшей задачей менеджмента.

Планирование кадровых ресурсов здравоохранения (КРЗ) необходимо для обеспечения доступности оказания медицинских услуг подготовленными и высококвалифицированными работниками здравоохранения. Обеспечение соответствующих КРЗ имеет решающее значение для дальнейшего продвижения к достижению Целей тысячелетия в области здравоохранения [6]. По определению «Доклада о состоянии здравоохранения в мире 2006» цель кадровой политики в любой системе здравоохранения состоит в подготовке необходимого количества квалифицированных работников, которые будут находиться в нужном месте и которые способны решать поставленные перед ними задачи, вовремя реагировать на кризисные ситуации, а также обладающих способностями предвосхищать грядущие изменения и проблемы [7].

В начале нового тысячелетия международная организация здравоохранения (ВОЗ) заострила внимание на проблемах дисбаланса кадровых ресурсов, усиливающихся под воздействием ряда факторов, среди которых:

- изменения в системах здравоохранения, которые требуют внедрение новых стратегических решений и обосновывают необходимость реформ в здравоохранении;
- изменения политики государств в различных сферах и изменения социально-экономических условий жизни населения;
- изменения демографической ситуации и состояния здоровья [7].

В Глобальной стратегии развития кадровых ресурсов здравоохранения до 2030 г., опубликованной ВОЗ в 2016 г., отмечено, что эффективность системы здравоохранения зависит от качества трудовых ресурсов, которые способны реагировать на вызовы и приоритеты XXI века [8]. Во всем мире от 20 до 40% всех средств, выделяемых на нужды здравоохранения, расходуются непроизводительно [9], и это в значительной мере связано с неэффективностью трудовых ресурсов здравоохранения, слабостью руководства и низким уровнем контроля. Одним из вызовов является нехватка отдельных категорий работников здравоохранения с прогнозируемым ростом нехватки в перспективе: в настоящее время в 100 странах обеспеченность специалистами ниже 34,5 человека на 10 000 населения [10], а глобальный дефицит кадровых ресурсов здравоохранения (КРЗ) может достигнуть 12,9 млн. специалистов (акушеры, медсестры, врачи) к 2035 г. [11]. Политические реформы, направленные на более эффективное и справедливое распределение ресурсов, часто затруднены несовершенством планирования макроэкономических

показателей, в результате чего вместо обеспечения экономической стабильности появляется недофинансирование систем здравоохранения [12], а также упущенные возможности для создания рабочих мест, экономического роста и улучшения показателей здравоохранения [13].

1.1 Кадровая политика в здравоохранении: сравнительный анализ международной практики

Важным компонентом развития систем здравоохранения являются стратегии развития кадровых ресурсов. В мире результативность систем здравоохранения и качество медицинских услуг находятся в прямой зависимости от деятельности медработников, от их уровня компетенции, навыков и мотивации. В последние годы в странах с развитой экономикой в сфере здравоохранения возростала роль административного регулирования. Все большую роль стали играть управленцы и экономисты. Например, во многих странах стало практикой, что медицинскими учреждениями обычно руководят профессиональные менеджеры, не имеющие специального медицинского образования. На государстве и обществе лежит совместная ответственность за политику развития кадров здравоохранения, зачастую в этот процесс включены и профессиональные медицинские ассоциации. Государственные органы видят своей задачей регулирование, определение и удовлетворение реальных потребностей во врачах и других специалистах для медицины, а также решать задачи по поддержке и контролю мероприятий по подготовке, обучению и переобучению медицинских работников. Другой немаловажной проблемой является эффективное использование человеческих ресурсов. По инициативе ВОЗ были созданы региональные обсерватории кадровых ресурсов. Они способствуют укреплению, развитию и поддержке системы управления трудовыми ресурсами здравоохранения в разных странах и регионах. Обсерватории являются поставщиками аналитических отчетов и фактических данных, на основе которых могут быть приняты политические решения, направленные на усиление систем здравоохранения и улучшение медицинского обслуживания. Они являются разработчиками новых методик, внедряют их и, накапливая опыт, обмениваются им между собой [14].

Таким образом, кадровая политика развитых стран подразумевает внедрение методов управления, повышающих эффективность имеющихся ресурсов, на основе усиления роли менеджмента здравоохранения, быстрого изменения значимости сестринской профессии и пересмотра функций среднего медицинского персонала, подготовку специалистов с новыми компетенциями в области общественного здравоохранения, пересмотра образовательных программ в сфере подготовки и переподготовки кадров.

Изменение подходов к планированию кадровых ресурсов обосновано общим экономическим развитием стран мира и изменениями, происходящими в социальной и культурной сферах современного общества [15].

Первый аргумент фокусируется на меняющихся потребностях в медицинских услугах. Увеличение продолжительности жизни населения

рождает потребности, которые требуют перехода к услугам по лечению хронических заболеваний, предоставления большей социальной помощи и особого внимания людям преклонного возраста. Появление новых инфекционных заболеваний и повторное появление старых, например, таких как холера или туберкулез, также создают потребности, которые дополняют уже существующие. Это требует корректировки кадрового состава сферы здравоохранения, а также набора технических и культурных навыков, которые работники должны будут освоить, сохраняя при этом способность предоставлять услуги, предлагаемые в настоящее время.

Во-вторых, спрос на услуги также будет меняться под воздействием таких факторов, как изменение ожиданий пользователей, миграция населения, технологические инновации (фармацевтические препараты, оборудование для диагностики и лечения и методы, телемедицина). Будут оказывать воздействие и организационные инновации, направленные на повышение эффективности системы здравоохранения (переход к первичной медико-санитарной помощи, работа в команде, интеграция услуг, новые договорные соглашения и условия работы).

Третья причина в том, что меняется и сам кадровый ресурс. Он испытывает социально-демографические изменения (например, старение) и феминизацию определенных профессий, таких как медицина, стоматология и фармацевтика. Сегодня требования молодых специалистов в отношении качества жизни разнятся по сравнению с ожиданиями предыдущих поколений. Все это в совокупности влияет на динамику рынка труда и на производительность. Еще один значимый фактор - это конкуренция со стороны других областей, где также востребованы медицинские кадры, например, особенно это чувствуется со стороны менее значимых секторов, таких как уход и социальная поддержка.

Политики все больше осознают проблему регулирования количества работников здравоохранения, хотя бы потому, что они составляют около 10% от общей рабочей силы. Во многих странах госорганы несут ответственность за предотвращение дисбалансов, таких как нехватка или излишки, или географическое и организационное неравномерное распределение, которое не только влечет за собой экономические затраты, но также оказывает влияние на эффективность всей системы здравоохранения. Ожидать, что эти корректировки произойдут спонтанно или под воздействием рынка может оказаться необоснованным.

Во многих странах нет явных стратегий в области планирования КРЗ. Как правило, уделяют внимание установлению числа медицинских работников, которых нужно обучить и расчету расходов на их обучение, но нет стратегии, которая бы охватила вопросы: подготовки кадров, оплаты, найма, условий труда и сохранения обученных кадров. В доступной нам литературе мы нашли единичные работы, посвященные этой проблеме в Казахстане и других странах СНГ. В публикации указывается, что анализ базы данных диссертационных исследований показал на недостаточную освещенность этой проблемы в среде

ученых Российской Федерации. В опубликованных работах авторы не предлагают новые методики расчета, учитывающие реалии современности, ими лишь произведена корректировка имеющихся методик относительно конкретной территории [16-19].

Однако существуют страны, накопившие определенный опыт, который позволяет сформировать более полное представление о ситуации – это Германия, Канада, Литва, Словения, Финляндия, Испания, Ирландия [20]. Данные методы отражают общий подход к планированию, в то время как для каждой страны и ее системы здравоохранения должна разрабатываться своя собственная стратегия и методы. Опыт стран дальнего зарубежья подтверждает это правило на практике.

В Германии планирование кадровых ресурсов здравоохранения осуществляется на федеральном уровне комитетом, в состав которого входят члены государственных органов управления, представители страховых медицинских организаций, а также уполномоченные от практического здравоохранения. В обсуждениях также могут участвовать организации, представляющие пациентов. Задача комитета – это обеспечение достаточного количества врачей различных специальностей и правильное их распределение по различным регионам Германии, а также внутри отдельной территориальной единицы. Комитета ограничен в своих полномочиях определением дополнительных вакантных мест. Основным методом расчета является соотношение числа врачей на население.

В Англии планирования КРЗ в последние годы занимает важное место среди прочих стратегических вопросов. Одним из недостатков планирования КРЗ в этой стране является отсутствие согласованности между планированием КРЗ и планированием финансирования услуг [21]. Министерство здравоохранения Англии при поддержке других министерств оказывает влияние на подготовку медицинских кадров, оплату их труда, миграцию; так же оно аккумулирует стандартизированные и актуальные данные от работодателей для дальнейшего планирования. Кроме того, Министерство здравоохранения в сотрудничестве с Управлением медицинского образования Англии и Информационно-аналитическим центром кадровых ресурсов проводит оценку потребности и планирование медицинских кадров [22].

В Англии существует годовой цикл планирования: во-первых, на местных уровнях разрабатываются комплексные планы КРЗ; далее, эти планы для анализа отправляются в Стратегическое управление здравоохранения. Данное учреждение, объединив эти планы, создает единый региональный план, который становится основой для определения целевых показателей в сфере образования и подготовки кадров. В итоге региональный план, пройдя информационно-аналитические центры кадровых ресурсов, анализируются в соответствующих национальных и региональных профессиональных консультативных советах для вынесения рекомендаций [23]. План включает такие компоненты, как: предоставление данных о количестве необходимых врачей, потребности в обучении и профессиональном развитии. Регулярно

проводится анализ предложения и спроса на КРЗ в будущем; с учетом этого составляются кадровые планы, а также проводятся мероприятия по развитию персонала, которые включают введение новых и расширенных клинических обязанностей/полномочий, перераспределение обязанностей персонала, повышение производительности и эффективности.

В Канаде общие вопросы политики здравоохранения формулируются и регламентируются на национальном уровне, но вопросы планирования решаются в провинциальных управлениях. Каждая провинция может иметь свой собственный подход к методике расчета ресурса медработников. Однако существует единый подход, к тому что касается цели кадровой политики. Он заключается в сохранении баланса между спросом и предложением на медработников, поддержании высокого уровня оказания медуслуг, совершенствовании системы найма и мотивации для врачей, а также в создании высокоэффективной системы подготовки медицинских специалистов различных профилей. В Канаде внедрена достаточно объективная информационная система количественных и качественных данных о человеческих ресурсах на всех уровнях здравоохранения [24, 25]. Провинции имеют возможность финансировать места в медицинских университетах. Это дает им право контролировать кадровую политику. Количество мест в вузах является результатом договоренностей между министерствами здравоохранения и высшего образования.

В Австралии в 2008 году Совет правительств учредил Health Workforce Australia (HWA) в качестве национального агентства по надзору и продвижению реформы кадров здравоохранения. В обязанности HWA входило разработка решений, которые объединяют планирование, политику и реформу кадровых ресурсов с дополнительными реформами в сфере образования и обучения. HWA оставалось ответственным за планирование кадровых ресурсов в Австралии с 2009 по август 2014 года.

С 2014 года планирование кадровых ресурсов осуществляется Отделом кадров Министерства здравоохранения Австралии. Работа по моделированию началась примерно в 2010 году в качестве основы для разработки политики и завершилась появлением первых отчетов о планировании кадров здравоохранения, опубликованных в 2012 году. В рамках проекта планирования кадровых ресурсов до 2025 года оценивалось будущая потребность в кадровых ресурсах на национальном уровне в Австралии с использованием динамического анализа запасов и ресурсов [26].

В Словении планирование КРЗ осуществляется через стратегию Министерства здравоохранения, в сотрудничестве с уполномоченными организациями, а также Министерством образования. Ежегодно правительство устанавливает квоты при приеме студентов на специальности "Стоматология", "Фармация" и "Сестринское дело" [27]. В настоящем в стране практикуются два метода прогнозирования: метод на основе соотношении врач-численность населения и модель баланса. Хотя в прошлом, в 1990-2000 годах, прогноз

основывался на подходе, в котором нужно было найти только замену для персонала, вышедшего на пенсию, или ставшего нетрудоспособным.

В Финляндии с 1991 года анализ баланса между спросом и предложением медработников проводится ежегодно по всем направлениям. Основанием является необходимость получить данные о соответствии образования долгосрочным кадровым потребностям [28]. Этот анализ является трудоемким процессом, и в нем участвует ряд структур: научно-исследовательские институты, статистические центры, местные и региональные ассоциации. Последний отчет дает оценку потребности в медицинских кадрах в период с 2005 по 2020 гг. Оценка составлена с учетом тенденции изменений в области демографии, производительности труда и развития экономики. Национальный план включает анализ условий труда и имеет целью повышение привлекательности профессии врача и улучшение взаимодействия между организациями здравоохранения.

В Испании децентрализованный контроль осуществляется на уровне общин [29]. В 2006 году Министерство здравоохранения в ответ на нехватку персонала организовало агентство, ответственные за КРЗ. В соответствии с заданием оно провело исследование настоящих и будущих потребностей в медицинских работниках разных профилей, и эти результаты были положены в основу для планирования на 2008-2025 годы. Для прогнозирования использовалась имитационная модель, построенная на методологии системной динамики (подсчёт общей численности медицинских кадров). Оценка потребности по каждой специальности проводилась с учетом количества студентов, количества учебных мест по каждой специальности, возраста выхода на пенсию, уменьшения персонала по возрасту и полу, демографического профиля населения. Прогнозирование потребности была выполнена с участие экспертов и групп медперсонала по методу Дельфи. Экспертам предлагалось составить прогнозы на основе эпидемиологических и технологических данных. Эта модель позволила упорядочить споры между заинтересованными сторонами и заставила участников руководствоваться фактами, а не мнениями. Важное достоинство этой модели в том, что она помогает выявить пробелы в информации.

1.2 Методы планирования и прогнозирования в здравоохранении, достоинства и недостатки

Наличие соответствующих кадровых ресурсов имеет решающее значение для достижения целей тысячелетия в области здоровья населения [30].

Применение одних и тех же методов планирования в разных странах неприемлемо, поскольку они должны адекватно ложиться на те условия, социальные и экономические, которые существуют на настоящий момент в той или иной стране. В нашем динамичном мире именно изменение ситуации и необходимость ее оперативная оценки является причиной большинства проблем в области кадровых ресурсов. Это в свою очередь влияет на процесс принятия своевременных и правильных решений. Нет простого способа анализа

ситуации, который можно было бы рекомендовать всем, не существует критериев установления приоритетов и выбора.

В мире происходит постоянный процесс изменения демографической, политической, социально-экономической, технологической и эпидемиологической ситуации. Необходимо также соответствовать основным трендам в международном аспекте. Новые приоритетные стратегии разрабатываются в системах здравоохранения, которые требуют проведение реформ, корректировку политики государства, проведения структурных изменений в соответствии с состоянием здоровья населения [31].

Одной из важнейших проблем для учреждений здравоохранения Казахстана остаются квалификационный уровень подготовки медицинских кадров, укомплектованность врачами различных специальностей, не укомплектованность штатного персонала в сельской местности, а также в первичном звене, дисбаланс в соотношении количества врачей и среднего медицинского персонала, отсутствие устойчивой системы мотивации медработников к труду и недостаточная социальная защищенность работающих в медицине [32].

В настоящее время практикуются различные методы планирования и прогнозирования кадровых ресурсов здравоохранения [33]. Самым простым из них является метод закрытия имеющихся вакансий. Суть его заключается в оценке количества вакансий, образующихся в медицинских учреждениях по причинам выхода сотрудников на пенсию и/или декретный отпуск. Данный способ обладает целым рядом недостатков, т.к. не учитывает изменения в структуре населения, смертности населения, эпидемиологические риски, сокращения вакансий в результате внедрения новых технологий в медицине, достижения научно-технического прогресса.

1.2.1 Метод прогнозирования, основанный на соотношении числа медработников к численности населения

Это простой метод прогнозирования будущих потребностей медицинских кадров - ежегодная потребность в специалистах рассчитывается путем деления численности населения на среднегодовую нагрузку. Дефицит трудовых ресурсов оценивается как разница между возрастающими потребностями и доступным предложением [34-38].

Нормативы нагрузки на одного врача устанавливаются или государственным регулирующим органом (в Казахстане это, например, министерство здравоохранения), или же могут быть рекомендованы профессиональными ассоциациями – представленными в них экспертами в различных сферах медицины. Нередко подобные рекомендации исходят от Всемирной организации здравоохранения.

Этот метод имеет высокую чувствительность к точности исходных данных. Он реализуется на основе ряда предположений. Во-первых, предполагается одинаковая производительность труда всех медработников, которая сохранится в будущем. Второе предположение – половая и возрастная

структура населения останется неизменной на период прогнозирования. Как один из основных недостатков можно отметить, то метод почти не оценивает влияние других факторов, за исключением роста численности населения. Также нет уверенности что предполагаемый рост численности населения действительно будет таковым, а нагрузка на медработников сохранится на планируемом уровне. В таком подходе не учитываются будущие изменения в функциях здравоохранения и не закладывается повышение эффективности деятельности медперсонала (например, перераспределение функций между врачом и медсестрой). Другими слабыми сторонами являются незначительный учет эпидемиологической ситуации и социально-экономических условий. Т.е. ухудшение первого может привести к возрастанию потребности во врачах, а улучшение второго – к снижению заболеваемости населения.

К этой категории относится «Методика определения потребности отраслей экономики в кадрах в разрезе отраслей, специальностей и регионов» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (приказ министра ТСЗН от 1 июля 2013 года №299-ө-м) для 2 категории экономической деятельности (отрасли здравоохранения, образования и др.), где потребность в кадрах есть функция от количества населения и/или численности определенной группы населения [39].

Сильные стороны метода заключаются в том, что он понятен и его просто использовать. Применимость метода на уровне всей страны и отдельных регионов, а также сопоставимость результатов различных стран - другие основные его преимущества.

1.2.2 Метод, основанный на целевых показателях обслуживания (Service Target Approach)

Этот подход основан на достижении некоторых целевых показателей, установленных государственными органами, или заложенных в программных документах. Такими целевыми показателями могут являться частота посещений врача, число госпитализаций, нормативы нагрузки на врача, ожидаемая продолжительность жизни и др. Метод прогнозирует, как должна измениться численность кадрового обеспечения в соответствии с установленными индикаторами [40-42].

В нецентрализованной системе здравоохранения целевые показатели могут устанавливаться на местном уровне, соответственно, он обладает определенной гибкостью и возможностью прогнозирования в условиях ограниченных данных. Однако, определение стандартов услуг, зачастую происходит на уровне экспертов, и их субъективное мнение может явиться источником ошибок планирования [43-45]. А также, данный подход не учитывает неоднородность структуры населения (его возрастной состав в будущем) и предполагает сохранение квалификационной структуры медперсонала.

Данный подход был реализован в «Методике расчета потребности субъектов Российской Федерации в медицинских кадрах», представленной

Центральным научно-исследовательским институтом информатизации и организации здравоохранения Министерства здравоохранения и социального развития России [46, 47].

Аналогичная методика внедрена Обсерваторией кадровых ресурсов здравоохранения Республиканского центра развития здравоохранения МЗ РК [48]. Согласно ей потребность в кадрах определена отдельно по каждой группе в зависимости от их функциональных обязанностей (метод компонентов).

1.2.3 Метод определения спроса на услуги (Demand-Based Approaches)

Согласно этому методу расчет кадрового состава производится исходя из объема пользования услугами здравоохранения различными группами населения. Например, в странах со стареющим населением увеличивается спрос со стороны лиц пожилого возраста, странах с высокой рождаемостью все больше требуется педиатров, в развитых странах увеличивается спрос на кардиологические услуги и т.д. Для внедрения метода необходимы оценки демографической ситуации в будущем и установление некоторых стандартов нагрузки на врача. Данный подход предполагает, что в настоящее время уровень медицинских услуг обеспечен необходимым количеством специалистов и полностью удовлетворяет спрос со стороны потребителя (населения). Еще одно допущение – возрастная и половая структура работников останется неизменной на весь период прогнозирования [49-51].

В качестве преимуществ данного подхода можно отметить учет динамики в численности населения (его увеличение или уменьшение), а также его старение или омоложение в будущем, что позволяет планировать на перспективу виды наиболее востребованных медицинских услуг и соответствующих кадров.

Как и в случае других подходов, основным недостатком является возможность неверных предположений. Любая неверная оценка потребностей в услугах приведет к изменениям в численности медицинских работников на душу населения. Также необходимо учитывать, что потребность в услуге не всегда определяет спрос, в связи с его недоступностью определенным категориям населения. Например, дорогостоящие операции могут быть недоступны малоимущим слоям. В данном подходе игнорируется эта связка между спросом, потребностью и предложением.

1.2.4 Метод, основанный на потребности (Needs-Based Approaches)

Метод определения потребностей в медицинской помощи: это более глубокий подход, который анализирует вероятные изменения в потребностях населения в услугах здравоохранения на основе оценки изменений в эпидемиологической ситуации, в структуре заболеваемости, формах инвалидности и видах травматизма, а также объеме и видах услуг, необходимых для соответствующего медицинского обеспечения. Этот подход имеет три основных предположения: все потребности в здравоохранении должным образом удовлетворяются, распределение ресурсов в

здравоохранении осуществляется на основе экономической эффективности, независимо от других потребностей, существующих в различных секторах страны, способы решения проблем со здоровьем могут быть реализованы без каких-либо трудностей, и, наконец, ресурсы здравоохранения всегда используются в соответствии с фактическим объемом потребностей [52, 53].

Сильные стороны. Когда потребности в здравоохранении определены, этот метод позволяет установить нормативы для штатного расписания и нормативы нагрузки на врача. Этот метод более практичен для планирования услуг с определенными стандартами нагрузки для конкретных слоев населения. В этом подходе учитываются возможные изменения в предоставлении медицинских услуг и методах работы поставщиков услуг. В отличие от метода, основанного на спросе, планирование на основе потребностей предполагает, что текущее количество и распределение работников не всегда является эффективным. Данный подход также включает оценку неудовлетворенного спроса и полезен при планировании профилактических программ и национальных программ общественного здравоохранения. Метод в основном подходит для планирования в странах с высокой осведомленностью общественности и надежным потенциалом планирования.

Слабые стороны. Метод базируется на экспертных советах и техническом мнении группы профессионалов, а не на объективных методах определения потребностей в услугах здравоохранения. Он не отражает способности и желания населения платить сумму, необходимую на медицинскую услугу. Хотя подход кажется рациональным, но выполнить его сложнее всего. Определить какие потребности в отношении здравоохранения существует у населения очень сложно. Количественная оценка этих потребностей является еще большей трудностью. Проблема обостряется, когда еще нет установленных норм. Фактом является то, что потребности здоровья резко меняются со временем, и необходимо отслеживать эти изменения с течением времени. Метод, основанный на потребностях, часто не учитывает влияние новых разработок, таких как технический прогресс. Этот метод также игнорирует эффективность распределения ресурсов между здравоохранением и другими видами деятельности.

1.2.5 Трендовые модели

Эти модели позволяют осуществлять прогнозирование будущих потребностей в работниках медицины на основе анализа трендов в предыдущие годы посредством изменения ключевых параметров. Обычно подобные модели используются для определения дополнительной потребности в кадрах, необходимую для достижения заранее определенного уровня обслуживания.

Данный подход к решению предполагает, что в текущий момент количество и квалификация работников, а также структура кадрового ресурса соответствуют требованиям здравоохранения, а их производительность останется постоянной в будущем. Полагается, что численность работников и их возрастной состав меняются с течением времени в соответствии с текущими

трендами в структуре населения. В таких моделях предполагается, что один из ключевых параметров – «текучесть» кадров – сохранится на заданном уровне в будущем [54-56].

Преимущество трендовых методов заключается в том, что прогнозирование возможно с использованием исторических данных и ретроспективного анализа тенденций. Недостатком является то, что прогнозируется не фактическое количество медработников, а тенденции в потребностях кадров, т.е. прогноз носит вероятностный характер. Модель допускает, что прошлые тенденции в предложении или спросе на медицинские кадры сохранятся и в будущем, однако эти предположения могут быть ошибочными. Как ошибочно полностью полагаться на сохранение темпов роста количества работников, и нецелесообразно допускать долгосрочное сохранение существующих на данный момент трендов.

1.2.6 Эконометрические модели

Данный статистический метод показывает, что потребность в кадрах здравоохранения является следствием спроса населения на медицинские услуги, который связан с экономическими факторами, такими как уровень использования медицинских услуг (определяется уровнем дохода населения или уровнем экономического развития страны), доступ к услугам, предпочтения потребителей в отношении здравоохранения (например, желание лечиться в частном или общественном секторе), доход, географические (например, в Казахстане небольшие населенные пункты разбросаны на больших территориях), демографические (например, пожилых людей лечить дольше и дороже), поведенческие (например, нежелание проходить ежегодные скрининговые обследования) и другие особенности населения [57, 58].

Эконометрический подход, включающий регрессионные модели, полезен при изучении взаимоотношений между кадровыми ресурсами, заработной платой, спросом и бюджетом системы здравоохранения. Данный анализ может быть использован для прогнозирования спроса населения на медицинских работников с учетом будущего роста национального дохода страны.

Однако, модель часто игнорирует политические/социально-экономические переменные факторы, изменение системы здравоохранения и относительные результаты. Например, приход к власти в США Демократической партии инициировал преобразования в системе американского здравоохранения. Государство обеспечило минимальными страховками широкие слои малоимущего населения, что спровоцировало рост потребностей в медуслугах. В экономической модели прогнозирования этот факт никак не мог быть учтен. Подобно трендовым моделям, эконометрический подход не учитывает ошибки в допущениях. Фактически, модель не является всеобъемлющей и не способна охватить весь спектр переменных и динамических взаимодействий между ними. Еще одно ограничение заключается в том, что модель не является саморегулирующейся, чтобы учесть изменения выходного параметра (количества медработников) в результате

манипуляции некоторыми входными переменными или изменения их степени важности.

1.2.7 Метод определения трудоемкости («фотография рабочего дня»)

Суть метода состоит в том, что сначала определяется круг задач и действий сотрудников, а затем проводится мониторинг во времени. В результате оценивается необходимость и значимость тех или иных операций для определения требуемого числа работников. Для этих целей можно использовать предложенное ВОЗ программное обеспечение WISN (Workload Indicators of Staffing Needs) [59].

Программное обеспечение WISN (Индикаторы потребностей в персонале на основании загруженности работников) – инструмент для регулирования в области кадровых ресурсов, основанный на фактическом объеме работы, выполняемом в учреждении здравоохранения. Метод позволяет оценить последствия дефицита кадров для решения задач, поставленных перед различными категориями работников. В случае имеющихся возможностей необходимо увеличить число работников среди персонала, где наблюдается дефицит, чтобы у медицинского персонала было достаточно времени для выполнения всех своих задач.

В случае, если это невозможно по каким-либо причинам, является приемлемым передача части функций не столь высококвалифицированному медицинскому работнику. В последующем необходимо повышение квалификации для этих лиц – обеспечить это можно дополнив образовательные программы в медицинских образовательных учреждениях на додипломном или постдипломном уровнях.

Несложный в применении метод основывается на имеющейся базе данных, т.е. не требует сбора специфической информации. Он позволяет принимать решения в отношении различных категорий медработников (врачей, сестринского персонала, немедицинского состава и др.) и на всех уровнях медицинской помощи. Данный подход оптимальный с технической точки зрения и опробованный в экстремальных условиях: метод соответствует современным нуждам менеджеров здравоохранения, он является доступным для понимания управленцами, не имеющими медицинского образования. С практической точки зрения метод реалистичный – позволяет выработать целевые показатели для практики планирования бюджета и распределения ресурсов.

Основным недостатком метода является использование данных годовой нагрузки по предыдущему периоду. В связи с этим точность модели во многом зависит от точности статистических данных. Если в медицинском учреждении не налажена система учета, то и результаты планирования по этому методу будут сомнительными. Опыт показывает, что очень часто наблюдается крен сторону занижения рабочей нагрузки, соответственно приводящий к недооценке численности медработников.

Еще один продукт, предлагаемый ВОЗ, – это программная разработка Workforce Projection Tool (Инструмент для прогнозирования кадров) [20, р. 7]. Данный инструмент обладает возможностями создавать модели прогнозирования, которые учитывают влияние внешних переменных факторов, таких как темпы численность населения, бюджет, выделяемый на повышение квалификации медработников и другие. Другая опция – формирование различных видов отчетов: сравнительного, отчета по категориям, итогового отчета. Отчеты включают расчеты количества работников, способного адекватно удовлетворять потребности населения в услугах здравоохранения в соответствии с заданными параметрами. Также, в отчетах приводится необходимое соотношение работников различных специальностей и квалификации и их недостаток/избыток на начало планируемого периода. Из этих отчетов можно узнать экономические показатели – расходы по статьям на зарплату, обучение и т.д.

В последнее время стало актуальным использование метода потенциальных сценариев в стране. Являясь одновременно сложным и продуктивным, метод особенно применим в условиях реформирования здравоохранения, т.к. позволяет проводить долгосрочное прогнозирование. Однако, зачастую это требует наличие высококвалифицированных экспертов, владеющих компетенциями по анализу различных ситуаций и хорошо осведомленных о состоянии и проблемах здравоохранения. При данном методе комплексно оцениваются потребности в медуслугах в ситуациях роста населения, изменения экономической и эпидемиологической ситуации, внедрении новых технологий и другие.

1.3 Системная динамика как новая методология компьютерного моделирования и метод решения управленческих задач

В настоящее время не существует единого идеального инструмента для планирования кадровых ресурсов для медицины. Эффективное планирование в этой области требует точного прогнозирования спроса и предложения на кадровые ресурсы. Существует несколько подходов, включая моделирование на основе потребностей, спроса и предложения, которые применяют различные методы, такие как регрессионные модели, имитационное моделирование и цепи Маркова [60-64]. Несмотря на разнообразие методов обязательными компонентами модели являются динамические переменные как со стороны спроса, так и со стороны предложения. Для обеспечения ее полноты настоятельно рекомендуется включать эпидемиологические, демографические и ресурсные детерминанты.

Такой способностью обладает системная динамика (SD) – метод симуляционного моделирования и метод решения управленческих задач. Этот метод был введен компанией Forrester в 1956 году для планирования деловой и коммерческой деятельности и в настоящее время широко используется при разработке политики системы здравоохранения [65].

Системная динамика широко используется для изучения процессов управления. В экономике распространены различные модели, симулирующие поведение организации и процесс принятия оптимальных решений. Также моделируются логистика, цепи поставок, управление проектами и управление знаниями. Системная динамика стала важным инструментом управленческого консалтинга и стратегического менеджмента [66].

В основе системно-динамической модели лежит представление ресурсов в виде «потоков и накопителей» (stock and flow). Взаимодействие потоков во времени и представляет деятельность организации на каждом этапе существования. Понимание механизмов взаимодействия разнообразных ресурсов вносит важный вклад в анализ организации как интегрированной системы.

Системная динамика широко используется для прогнозирования кадровых ресурсов [67-72]. Начало SD моделирования в здравоохранении исходит к 70-тым годам прошлого столетия. Были разработаны модели в различных сферах: эпидемиология болезней, включая заболевания сердечно-сосудистой системы [73-78], эпидемиология злоупотребления психоактивными веществами, охватывающая героиновую зависимость [79], распространенность наркомании [80] и политика сокращения потребления табака [81], потоки пациентов при оказании неотложной и расширенной помощи [82], планирование организаций по поддержанию здоровья и оказанию медицинской помощи населению [83-86], взаимодействие между здравоохранением и эпидемиологией заболеваний.

Barber et al. с использованием модели системной динамики провели прогнозирование спроса на врачей 43 различных медицинских специальностей [70, p. 24-6]. Ansah et al. [71, p. 86-12] использовали методологию и модель SD для прогнозирования потребностей в офтальмологической помощи в Сингапуре в связи с увеличением количества глазных болезней и спроса на офтальмологические услуги. В Японии была разработана модель прогнозирования для оценки предложения терапевтов на национальном уровне [67, p. 41-2]. Кроме того, были проанализированы временные тенденции в количестве врачей и их распределении по регионам. Toyabe et al. [72, p. 2] использовали коэффициент Gini, индекс Atkinson и индекс Theil как меры неравномерного распределения врачей среди населения, и спрогнозировали, что региональное неравномерное распределение ухудшится после запуска новой системы послевузовской интернатуры [9, p. 75].

Basu и Gupta создали модель SD для анализа потребности во врачах в канадской провинции. Они предсказали количество врачей общей практики, врачей-специалистов и хирургов. Для оценки будущего спроса использовались данные о динамике населения. Был проанализирован образовавшийся разрыв между спросом и предложением, и обсуждались различные способы его сокращения (например, увеличение приема в медицинские школы будущих семейных врачей, сокращение эмиграции, отсрочка выхода на пенсию и т.д.) [87]. В исследовании, проведенном Канадской ассоциацией медсестер в 2009

году, использовалась та же методология SD для прогнозирования потребностей в медсестрах [88]. Vanderbi et al. [88] разработали SD-модель, отражающую спрос на рабочую силу по конкретной специальности на национальном уровне, и продемонстрировали свои возможности в планировании количества кардиохирургов в Канаде. Lyons и Duggan [90] представили модель устойчивого развития здравоохранения, основанную на SD, и протестировали ее на эмпирических данных Ирландской службы здравоохранения. Модель показывает способность здравоохранения удовлетворять спрос на услуги в целом и в отдельных возрастных категориях. Модель является основой для принятия управленческих решений, влияющих на устойчивость системы здравоохранения.

M. Kunc и R. Kazakov (2013) показали полный алгоритм процесса стратегического планирования в здравоохранении. Авторы отслеживали состояние пациентов с хроническим заболеванием сердца и его влияние на стоимость всей системы здравоохранения (например, больницы, лечение пациентов, затраты на содержание чиновников) с помощью SD. После первоначальной оценки факторов, влияющих на систему здравоохранения, была разработана количественная модель SD, ориентированная на отслеживание пациентов с хроническими сердечными заболеваниями: диагноз, первоначальный рецепт, поведение при смене лечения и устойчивость лечения [91]. Значение SD-моделирования для системы здравоохранения также показано S. Cave et al. (2016), которые описывают ряд тематических исследований в этой области. Эти тематические исследования включают планирование кадровых ресурсов, а также общественный доступ к медицинской помощи и политику общественного здравоохранения в Англии [92].

Большинство моделей прогнозирования тестируют разные сценарии, чтобы определить разные будущие ситуации. Обычно это предполагает наличие базового сценария и одного или нескольких альтернативных сценариев [93]. Эти сценарии, как правило, основаны на определенных предположениях и оценивают вероятное влияние одного или нескольких факторов (например, изменение национального потенциала подготовки по специальностям или оценку последствий реформ для государственных расходов и увеличения налогов) для будущих кадров здравоохранения.

Преимущества применения имитационного моделирования:

- комплексное понимание процессов и характеристик логистической цепи с помощью графиков и развитой анимации;
- задачи управления в логистической системе являются достаточно объемными и сложными для формализации, поэтому практическая реализация математической модели принятия решений в общем виде является проблематичной, так как присутствует значительное число внутренних связей и система обладает большой размерностью;
- возможность учитывать стохастическую природу и динамику многих факторов внешней и внутренней среды; пользователь получает возможность

моделировать случайные события, используя распределения вероятностей, в конкретных областях и выявлять их влияния на логистическую цепь;

– возможность воспроизводить динамику системы, отражать динамический характер логистических процессов, обилие временных и причинно-следственных связей (требования потребителей, как правило, имеют вероятностный и динамический характер, текущий уровень запаса на складе является динамическим параметром и т.д.);

– применение многошаговой процедуры проектирования позволяет учитывать сложность принятия решений, большое количество решающих правил и критериев оптимизации;

– в большинстве случаев в распоряжении лица, принимающего решения, в логистической системе имеется несколько альтернатив (допустимых решений);

– обеспечение минимизации риска изменения плана путем предварительного анализа и моделирования возможных сценариев развития событий в цепи поставок.

В настоящее время в Республике Казахстан реализуется национальная политика управления КРЗ, целью которой является повышение эффективности управления кадровыми ресурсами отрасли, обеспечивающими предоставление качественных услуг здравоохранения. Для реализации названной цели поставлены задачи совершенствования подходов к планированию и прогнозированию КРЗ, совершенствования механизмов управления человеческими ресурсами, модернизации кадровых служб в организациях здравоохранения всех уровней с внедрением современных HR-технологий управления персоналом.

Решение этих задач основано на относительно высокой обеспеченности медицинскими кадрами в сравнении с общемировыми показателями, государственной поддержке системы здравоохранения и сферы медицинского образования, наличием широкой сети организаций медицинского образования, доступности медицинского образования, внедрении института менеджеров здравоохранения, создании Обсерватории кадровых ресурсов здравоохранения; наличии необходимой нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность работников здравоохранения и требования к ним.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Так как рынок трудовых ресурсов системы здравоохранения является динамической системой, подверженной влиянию целого ряда факторов, мы создали модель системной динамики в программе Any Logic, с учетом «потоков» медработников, демографических показателей населения и распространенности заболеваний в различные годы. Исходным (базовым) годом для прогнозирования являлся 2018 год, а моделирование было выполнено до 2030 года.

Мы рассмотрели три сценария развития будущей ситуации в области кадровых ресурсов ПМСП:

1. В Базовом сценарии (модель соотношения «трудовые ресурсы – население») мы прогнозируем потребности в работниках здравоохранения исходя из того, что при увеличении численности населения уровень услуг (определяемый как численность населения на одного врача) остается неизменным.

2. Сценарий 1 рассматривает влияние установленных целевых показателей по предоставлению услуг на рынок труда

3. Сценарий 2 – это модель, основанная на потребностях в медицинских услугах.

2.1 Сбор данных

Для реализации модели необходимы были данные о состоянии трудовых ресурсов ПМСП республики в базовом 2018 году, а также исторические данные за прошлые годы, которые использовались при проверке валидности модели. Источниками явились Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения, Республиканский центр развития здравоохранения, статистические сборники с сайта stat.gov.kz (таблица 1).

Таблица 1 – Источник данных

Элемент	Источник
1	2
Новые выпускники в год (все медицинские вузы Казахстана)	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Прием на работу	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Увольнения в связи с выходом на пенсию	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Увольнения по другим причинам (текучесть кадров)	Департамент науки и человеческих ресурсов Министерства здравоохранения
Средняя численность населения на одну штатную единицу ВОП	Республиканский центр развития здравоохранения
Рождаемость в 2018 году	Комитет статистики Казахстана
Смертность в 2018 году	Комитет статистики Казахстана
Коэффициент иммиграции в 2018 году	Комитет статистики Казахстана
Уровень эмиграции в 2018 году	Комитет статистики Казахстана

Продолжение таблицы 1

1	2
Среднее число посещений на человека в 2018 году	Республиканский центр развития здравоохранения
Среднее посещение пациента на одного ВОП в 2018 году	Республиканский центр развития здравоохранения

2.2 Прогнозирование численности населения

Прогноз численности населения Республики на 2019-2030 годы основывался на следующей модели:

$$P_t = P \left(1 + \frac{Gr}{1000} \right)^t \quad (1)$$

где Gr – темп роста населения (уровень рождаемости - уровень смерти + уровень иммиграции - уровень эмиграции)

P – численность населения на текущий год

P_t – численность населения на прогнозируемый год

2.3 Метод Монте-Карло анализа чувствительности

Анализ чувствительности был использован 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 5000 итераций. На каждой итерации использовалось 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 (2):

$$S(t) = \frac{\Delta Y(t)/Y(t)}{\Delta X(t)/X(t)} \times 100\% \quad (2)$$

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 ($> 100\%$).

2.4 Методика проверки валидности модели

Необходимым шагом в методологии системной динамики является проверка модели на валидность. С этой целью мы сравнили реальные и смоделированные данные за определенные годы.

Была посчитана относительная ошибка:

$$e = \frac{|\hat{y} - y_i|}{y_i} \quad (3)$$

и среднеквадратичное отклонение:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n}} \quad (4)$$

Мы считали, что модель была точной, если RMSE было ниже 0,1 [94].

2.5 Метод оптимизации модели

Оптимизация модели заключается в последовательном выполнении нескольких прогонов модели с различными значениями параметров и нахождении оптимальных для данной задачи значений параметров.

В AnyLogic встроен оптимизатор OptQuest – лучший из предлагаемых сегодня оптимизаторов. Оптимизатор OptQuest автоматически находит лучшие значения параметров модели с учетом заданных ограничений для достижения целевой функции.

Процесс оптимизации представляет собой итеративный процесс, который состоит в том, что:

1. Оптимизатор OptQuest выбирает допустимые значения оптимизационных параметров и запускает модель с этими значениями.
2. Завершив "прогон" модели, OptQuest вычисляет значение целевой функции на момент завершения.
3. Оптимизатор анализирует полученное значение, изменяет значения оптимизационных параметров в соответствии с алгоритмом оптимизации и процесс повторяется заново.

3 РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

3.1 Структура модели

Элементы модели описывают три стадии процесса прогнозирования (рисунок 1).

Первая стадия – оценка ситуации в исходном году (левая часть модели). Для этого необходимо знать общее количество врачей, работающих в ПМСП в данном году (блок 1). Поскольку многие врачи работают более, чем на одну ставку, определяется среднее количество ставок на одного врача (блок 2). Далее рассчитывается общее количество занятых ставок (блок 3), плюс дефицит врачей (блок 4). В результате получаем потребность во врачах в базовом году (блок 5).

Вторая стадия – процессы в переходный период (центральная часть). Необходимо оценить ожидаемое количество увольнений по причине достижения пенсионного возраста (блок 6), по причине эмиграции (блок 7) и другим причинам (с целью повышения квалификации, миграция в пределах страны, переход на другую специализацию, призыв в армию, переход в другую область деятельности, декретные отпуск, больничные и смерть, блок 8). Также в переходном периоде увеличение (уменьшение) потребности во врачах может быть обусловлено демографическими трендами (блок 15) или необходимостью достижения целевых показателей (например, увеличение продолжительности жизни, снижение заболеваемости и т.д., блок 16). Все эти процессы суммарно определяют «спрос» на врачей к концу переходного периода (блок 17).

Одновременно в этом периоде происходит подготовка новых врачей в учреждениях образования (блоки 9, 10) и приток кадров за счет внутренних мигрантов (блок 11). Суммарно эти потоки обуславливают рынок труда в прогнозируемом году – «предложение» (блоки 12, 13, 14).

Третья стадия – ситуация в прогнозируемом году (правая часть модели). На этой стадии оценивается баланс между спросом и предложением на рынке труда (блок 18), а также вырабатываются корректирующие мероприятия для ликвидации возможного дисбаланса (как правило, это рекомендации по увеличению выпускников медицинских вузов).

Таким образом, модель складывается из 2 главных компонентов: субмоделей предложения и спроса.

Субмодель предложения состоит из «запаса», «притока» и «оттока» (рисунок 2). Запас характеризует ситуацию на настоящий момент, приток включает выпускников ВОП и вновь трудоустроившихся внутренних мигрантов, а отток включает уволившихся по причине выхода на пенсию, эмигрировавших, уволившихся по другим причинам (текучесть кадров).



Рисунок 2 – Субмодель предложения

Ситуация для каждого прогнозируемого года вычисляется как сумма притока и оттока:

$$\text{Запас}(t) = \int_0^t [\text{Приток} - \text{Отток}] ds + \text{Запас}(t_0)$$

Субмодель спроса рассчитывает необходимое количество ВОП для удовлетворения потребности системы здравоохранения (рисунок 3). 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.



Рисунок 3 – Субмодель спроса

3.2 Текущая ситуация в системе ПМСП Казахстана

Отправной точкой при разработке любого плана по кадровым ресурсам здравоохранения является анализ ситуации в области кадровых ресурсов здравоохранения, который включает основные факторы, способные оказать влияние на их численность и формирование в будущем. Этим создается основа, отталкиваясь от которой лица, принимающие решения, и руководители могут

изучать воздействие внутренних и внешних изменений на спрос и предложение трудовых ресурсов в системе здравоохранения.

В Казахстане действующая модель первичной медико-санитарной помощи унаследовала от СССР местный принцип обслуживания населения с определением для каждого специалиста первичной медико-санитарной помощи четко ограниченной зоны обслуживания с определенным количеством взрослых для терапевта и детей для педиатра. По нормативам на одного участкового терапевта приходится 2200 взрослых, на одного педиатра – 900 детей. В этой хорошо выстроенной модели введена новая должность врача общей практики (ВОП), основанная на опыте развитых стран. В будущем основным звеном в первичной медико-санитарной помощи должен стать ВОП, обладающий знаниями и навыками для организации лечения наиболее распространенных заболеваний во всех возрастных группах, с командой, состоящей из квалифицированных вторичных медицинских работников, социальных работников и других специалистов, необходимых для удовлетворить потребности назначенного населения. На ВОП возложена обязанность обслуживания 2000 человек населения без деления на возрастные категории [95].

Однако эти стандарты не являются обязательными, и каждое медицинское учреждение имеет право ежегодно корректировать их.

Врачу, выполняющему этот стандарт и работающему 40 часов в неделю, назначается 1 ставка. Из-за низкой заработной платы и нехватки персонала многие врачи берут на себя дополнительную рабочую нагрузку (без увеличения количества часов) и получают дополнительную оплату из-за незанятых ставок, поэтому один медицинский работник в среднем работает более чем на 1 ставку.

За последние годы количество врачей в системе первичной медико-санитарной помощи в Казахстане увеличилось в среднем на 6% (таблица 2). Во-первых, это было связано с увеличением населения Республики (средний темп роста на 1,3% в год) и, во-вторых, с уменьшением количества прикрепленного населения на одного врача. Если в 2014 году нагрузка была 2054 населения на 1 ставку, то в 2018 году – 1728. В эти годы на одну ставку врача приходилось в среднем 1858 человек. В настоящее время плотность врачей первичного звена в республике составляет 57 на 100000 населения.

Таблица 2 – Кадровые ресурсы первичной медико-санитарной помощи в Казахстане

Год	Числен. населения	Количество врачей	Плотность на 100000	Население на 1 врача	Ставок на врача	Население на 1 ставку	Количество ставок
2014	17267141	8240	48	2096	1,02	2054	8405
2015	17503080	8805	50	1988	1,02	1949	8981
2016	17735340	9492	54	1868	1,02	1832	9682
2017	17962170	10279	57	1763	1,02	1728	10394
2018	18182015	10314	57	1763	1,02	1728	10520

Прогнозируемый спрос на медицинских работников во многом определяется уровнем обслуживания, предоставляемым растущему населению. Мы использовали прогноз численности населения Казахстана до 2030 года, составленный Министерством экономики и бюджетного планирования Республики Казахстан [96]. На основании этих данных было рассчитано количество ставок врачей ПМСП по сравнению с 2018 годом (таблица 3).

Таблица 3 – Спрос на кадровые ресурсы ПМСП в 2019-2030 гг.

Год	Численность населения	Скорость роста (по сравнению с 2018 годом)	ПМСП, спрос (количество ставок)
2019	18393708	1,004	10879
2020	18596568	1,015	10999
2021	18790610	1,025	11107
2022	18976379	1,036	11226
2023	19154791	1,045	11324
2024	19327060	1,055	11432
2025	19494551	1,064	11530
2026	19658707	1,073	11627
2027	19821112	1,082	11725
2028	19983452	1,091	11822
2029	20147304	1,099	11909
2030	20313981	1,109	12017

Согласно этим данным, прогнозируется, что в Казахстане до 2030 года потребность во врачах общей практики будет расти в среднем на 0,9%.

3.3 Показатели оттока

Часть рабочей силы ежегодно теряется в связи с выходом на пенсию, эмиграцией, смертью и другими причинами (внутренняя миграция, переход в другие сферы деятельности и т.д.). При оценке оттока возникает несколько проблем. Одна из таких проблем касается данных о количестве людей, покинувших профессию. Для оценки различных потоков, мы использовали данные за последние четыре года, предоставленные нам Департаментом науки и людских ресурсов в Министерстве здравоохранения (таблица 4).

Таблица 4 – Потоки кадровых ресурсов ПМСП в 2014-2017 годы

Год	Количество врачей ПМСП на начало года	Найм (без новых выпусков)	%	Эмиграция	%	Выход на пенсию	%	Уволившиеся (текущая текучесть кадров)	%
2014	8240	1057	13	13	0,2	106	1	1190	14
2015	8805	996	11	13	0,1	101	1	1344	15
2016	9492	831	9	9	0,1	127	1	1187	13
2017.	10279	871	8	15	0,1	149	1	1632	16
В средн.			10		0,1		1		15

Выход на пенсию. По данным Департамента кадров и науки Министерства здравоохранения Республики Казахстан, в последние годы, с 2014 по 2017 год, примерно 1% работников первичной медико-санитарной помощи ежегодно оставляют свою работу в связи с выходом на пенсию. Мы предположили, что эта доля останется постоянной в последующие годы.

Эмиграция. Эмиграция, на наш взгляд, не оказывает существенного влияния на отток кадров. По данным таблицы 4, это примерно 0,1% от общего числа врачей первичного звена здравоохранения.

Увольнение (текучесть кадров). Основная причина увольнений из ПМСП – это переход на работу по другим высокооплачиваемым специальностям и продолжение обучения. Причинами также могут быть миграция внутри страны, перевод из одного медицинского учреждения в другое, служба в армии, перевод в другую сферу деятельности, декретный отпуск, болезнь и смерть. Как видно из таблицы 4, за четыре года текучесть кадров в целом по Казахстану составило в среднем 15%, и это значение использовалось в нашей модели.

Дефицит. По оценке Минздрава, нехватка кадров в системе первичной медико-санитарной помощи на 2018 год составляет 3%.

3.4 Показатели притока

Найм (без учета молодых специалистов). Это вновь принятые на работу люди. Среди них есть те, кто сменил место жительства или по какой-то причине перебрался из одного медицинского учреждения в другое. Это также могут быть врачи, прошедшие военную службу, вышедшие из отпуска по беременности и родам, перешедшие в ПМСП из смежных областей медицины или однажды оставившие медицинскую практику и решившие вернуться. По нашим данным, доля таких лиц составляет 10%.

Образование. Основным источником притока кадров здравоохранения является внутренняя система образования. В Казахстане 80% студентов обучаются бесплатно по государственным образовательным грантам. Срок обучения врачей общей практики составляет 7 лет: будущие врачи 5 лет учатся бакалавриате по специальности «общая медицина», а затем 2 года в интернатуре. В интернатуре ведется подготовка по нескольким клиническим специальностям, в том числе по специальности «врач общей практики». Количество мест, выделяемых на каждую специальность, вуз определяет самостоятельно, исходя из потребностей здравоохранения. В дальнейшем часть выпускников специальности ВОП поступает в ординатуру или магистратуру, другая часть – на работу в первичное звено здравоохранения.

В 2009-2014 гг. количество студентов-медиков увеличивалось, но по мере устранения нехватки медицинских работников в 2015-2018 годы государство сократило количество грантов, выделяемых на медицинские специальности, в том числе на специальность «Общая медицина» (таблица 5). В последующие годы, с 2019 по 2021, согласно постановлению правительства, количество грантов останется неизменным и составит 2700.

Таблица 5 – Количество студентов медицинского образования

Годы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Государственные гранты на медицинское образование (всего)	3500	3600	3600	3700	3700	3 700	3000	3000	3150	2700
Государственные гранты по специальности «Общая медицина» (бакалавриат)	3263	3356	3356	3 433	343 4	343 8	2528	2 433	2 700	2152
Количество выпускников интернатуры «Врач общей практики»	нет дан ных	938	1047	15 47	2060	2103				
Из них устроились на работу в ПМСП	нет дан ных	476	664	980	1128					

По данным отделов занятости медицинских вузов, около 30% поступающих на специальность «Общая медицина» после прохождения интернатуры работают в первичном звене здравоохранения. В соответствии с этим мы приняли, что в 2019-2030 годах каждый год на рынок труда будут выходить 900 новых выпускников ВОП.

3.5 Оценка ситуации в базовом 2018 году

В 2018 в системе ПМСП насчитывалось 10314 медработников. В среднем один врач работал на 1,02 ставки. С учетом этого общее количество ставок 2018 году равнялось 10520. Поскольку в этом году наблюдался дефицит кадров в 3%, то общее количество ВОП, работающих на одну полную ставку, должно быть 10836. Соответственно, нагрузка (*standard*) на одного врача должна была быть 1678 населения.

3.6 Реализация модели в программе Any Logic

Элементы субмодели предложения, выполненной в программе Any Logic, представлены на рисунке 4. Основной элемент – накопитель *GP* характеризует количество врачей в текущий момент времени (начальное значение 10314).

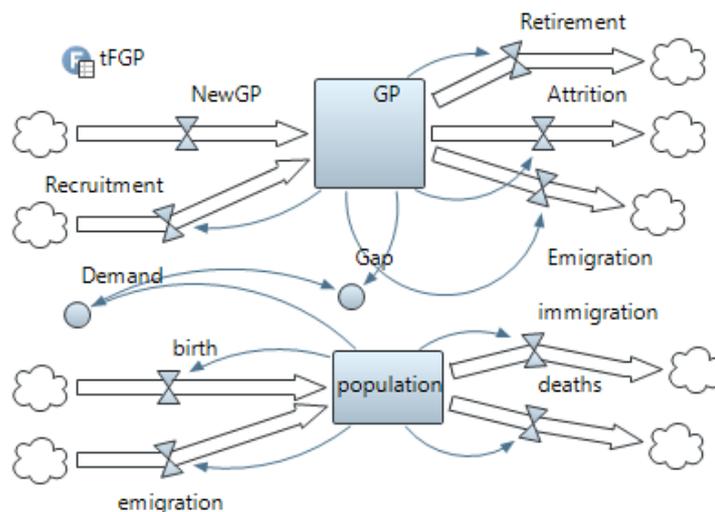


Рисунок 4 – Модель прогнозирования методом системной динамики

Входными потоками являются:

- количество выпускников ВУЗов $NewGP$ (задано постоянной функцией $tFGP$);
- найм ($Recruitment = 0,1GP$).

Выходные потоки:

- выход на пенсию ($Retirement = 0,01GP$);
- текучесть кадров ($Attrition = 0,15GP$);
- эмиграция ($Emigration = 0,001GP$).

Субмодель спроса включает в себя накопитель $Population$ - население Республики (начальное значение 18 182 015 человек).

Входными потоками являются:

- рождаемость ($birth = Population * 21,64 / 1000$);
- иммиграция ($immigration = Population * 2,09 / 1000$).

Выходные потоки:

- эмиграция ($emigration = Population * 0,86 / 1000$);
- смертность ($deaths = Population * 7,15 / 1000$).

Спрос на врачей ($Demand$) определялся в соответствии со сценарием, и далее рассчитывалась разница – баланс (Gap) между спросом и предложением.

3.7 Базовый сценарий: модель соотношения "трудовые ресурсы – население"

При таком подходе используются два входных параметра – общая численность населения и среднегодовая численность населения на одного ВОП. Как уже было показано, в 2018 году нагрузка на одного врача составила 1678 населения, и мы предположили, что в последующие годы она останется неизменной. Тогда ежегодная потребность ВОП рассчитывается путем деления численности населения на среднегодовую нагрузку. Дефицит трудовых ресурсов оценивается как разница между возрастающими потребностями и доступным предложением.

В настоящее время в ПМСП Казахстана наблюдается дефицит рабочей силы, несмотря на то что в среднем, врачи работают больше чем на одну ставку. Минздрав оценивал дефицит кадров в 2018 году в 3%, что составило 522 врача.

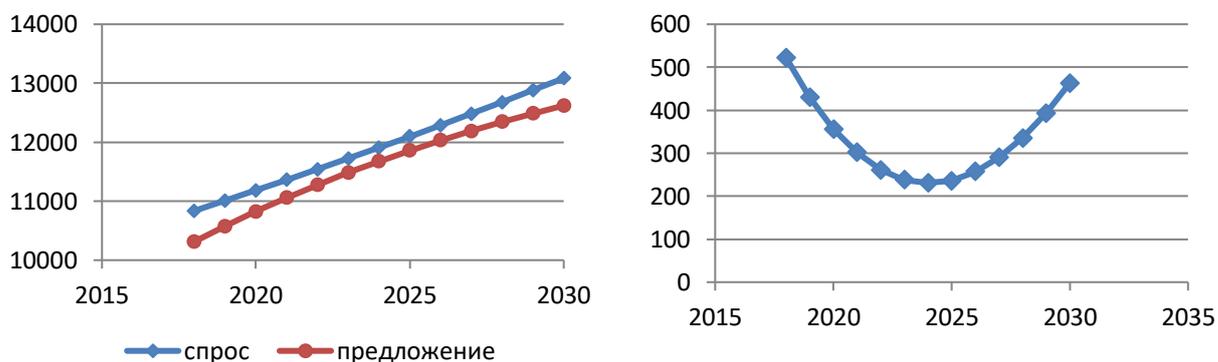
Модель системной динамики показывает, что в последующие годы, в соответствии со сценарием, потребность в ВОП увеличится, как результат увеличения численности населения (таблица 6).

Таблица 6 – Прогноз спроса и предложения ВОП по базовому сценарию

Годы	Численность населения	Нагрузка на одного ВОП	Спрос	Предложение	*Баланс
2019	18469981	1678	11007	10577	430
2020	18762507	1678	11181	10825	356
2021	19059666	1678	11359	11057	302
2022	19361532	1678	11538	11277	261
2023	19668179	1678	11721	11483	238
2024	19979682	1678	11907	11677	231
2025	20296119	1678	12095	11859	236
2026	20617568	1678	12287	12030	257
2027	20944108	1678	12482	12192	290
2028	21275819	1678	12679	12344	335
2029	21612784	1678	12880	12487	393
2030	21955086	1678	13084	12621	463

* – положительные значения означают дефицит специалистов ВОП

Количество ВОП в прогнозируемом периоде также увеличится благодаря ежегодному выпуску 900 врачей. Это позволит в какой-то степени восполнить недостаток кадровых ресурсов, но не покроет полностью потребности (рисунок 5).



а – число ВОП; б – дефицит

Рисунок 5 – Динамика спроса и предложения по базовому сценарию

Дефицит кадров уменьшится в период с 2019 по 2025 годы, а затем опять возрастет до 463 врачей в 2030 году.

3.8 Сценарий 1: метод установления целевых показателей по предоставлению услуг

Целевой подход определяет контрольные показатели оказания (и предполагаемого использования) разных типов услуг в области здравоохранения и учреждений, предоставляющих их, на основе ряда допущений и определяет, как должны изменяться их число, объем и кадровое обеспечение в соответствии с нормами производительности. В Казахстане на ВОП возлагается обязательства в обслуживании 2000 человек без деления на возрастные категории. Однако, каждое медицинское учреждение ежегодно имеет право скорректировать это соотношение. Таким образом, одна ставка ВОП в среднем рассчитана на 1678 человек. Государство планирует снизить данный стандарт до 1500 человек к 2023 году [1]. В правительственных документах конкретный график такого сокращения не указан, поэтому мы предположили постепенное снижение нагрузки до 1600 человек в период с 2019 по 2022 и до 1500 в 2023 и последующие годы. Данные изменения увеличат потребности в ВОП. Спрогнозированные значения, полученные на основе нашей модели, показаны в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты модели целевых показателей

Годы	Население	Нагрузка	Спрос	Увольнения	Прием на работу	Эмиграция	Выход на пенсию	Выпуск воп	Предложение	*баланс
2019	18469981	1600	11544	1587	1058	11	106	900	10577	967
2020	18762507	1600	11727	1624	1082	11	108	900	10825	902
2021	19059666	1600	11912	1659	1106	11	111	900	11057	855
2022	19361532	1600	12101	1691	1128	11	113	900	11277	824
2023	19668179	1500	13112	1722	1148	11	115	900	11483	1629
2024	19979682	1500	13320	1751	1168	12	117	900	11677	1644
2025	20296119	1500	13531	1779	1186	12	119	900	11859	1672
2026	20617568	1500	13745	1805	1203	12	120	900	12030	1715
2027	20944108	1500	13963	1829	1219	12	122	900	12192	1771
2028	21275819	1500	14184	1852	1234	12	123	900	12344	1840
2029	21612784	1500	14409	1873	1249	12	125	900	12487	1922
2030	21955086	1500	14637	1893	1262	13	126	900	12621	2016

* – положительные значения означают дефицит специалистов ВОП

При таком развитии событий будет наблюдаться большой разрыв между потребностями и возможностями на рынке труда, дефицит примерно будет составлять 800-900 врачей в год до 2022. В последующих 2023-2030 годах, ситуация ухудшится и дефицит ВОП приблизится к 2000, достигая 2016 врачей в 2030 (рисунок 6).

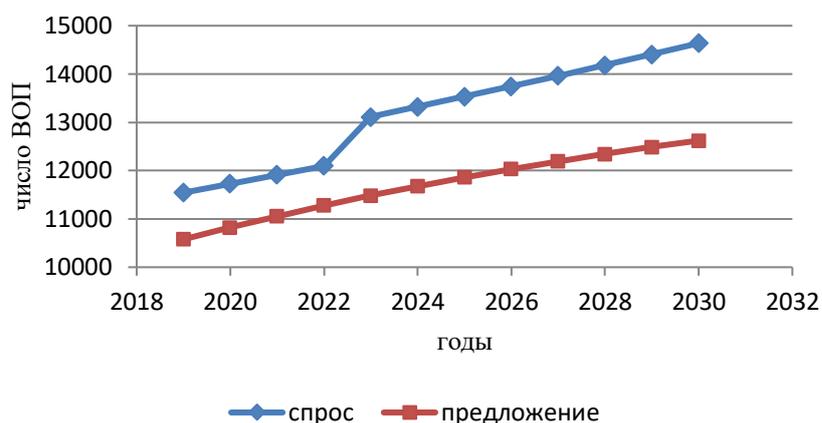


Рисунок 6 – Прогноз спроса и предложения ВОП (целевой подход)

3.9 Сценарий 2: модель на основе потребностей в медуслугах

Метод определения потребностей в медицинской помощи: это подход, который анализирует вероятные изменения в потребностях населения в услугах здравоохранения на основе изменений в структуре заболеваемости, формах инвалидности и видах травматизма, а также объеме и видах услуг, необходимых для обеспечения этих результатов. Данный подход предполагает сбор и анализ совокупности демографических, социокультурных и эпидемиологических данных

Развитие первичной медико-санитарной помощи в Казахстане направлено на то, чтобы сделать ПМСП точкой входа в систему здравоохранения и местом для предоставления большинства медицинских услуг. В рамках данного подхода, три входных показателя – общая распространенность заболеваний, среднее число посещений на пациента в год и среднее число посещений пациентом на одного ВОП в год – были использованы для расчета потребностей в рабочей силе (рисунок 7). При этом предполагается, что среднее число посещений пациентом на одного ВОП в год и среднее число посещений пациентов с заболеваниями в год останутся неизменными в период прогнозирования (таблица 1).



Рисунок 7 – Подход, основанный на потребностях в медуслугах

Чтобы спрогнозировать эпидемиологическую ситуацию до 2030, мы использовали данные предыдущих лет и нашли сильную корреляцию ($r=0,95$) между численностью населения и общей заболеваемостью. Общая заболеваемость на каждый прогнозируемый год была рассчитана по полученному уравнению регрессии:

$$\text{общая распространенность заболевания} = 1,22769 \times \text{население}$$

Результаты регрессионного анализа приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Оценка уравнения регрессии

Сводка регрессии для зависимой переменной: Распространенность (Spreadsheet1) R= ,95183859 R ² = ,90599670 Adjusted R ² = ,89876567 F(1,13)=125,29 p<0,00000						
Coefficient	Beta	Std.Err. - of Beta	B	Std.Err. - of B	t(13)	p-level
Intercept	-	-	-3155272	1783496	-1,76915	0,100308
Население	0,951839	0,085035	1,22769	0	11,19344	0,000000

Подход, основанный на потребностях, предполагает, что все люди, нуждающиеся в медицинских услугах, обращаются в учреждения здравоохранения. Для расчета потребности в ПМСП общая распространенность заболеваний была умножена на среднее число посещений на человека в год. Далее, чтобы предсказать необходимое количество ВОП, этот результат был поделен на среднее число посещений на 1 ВОП в год.

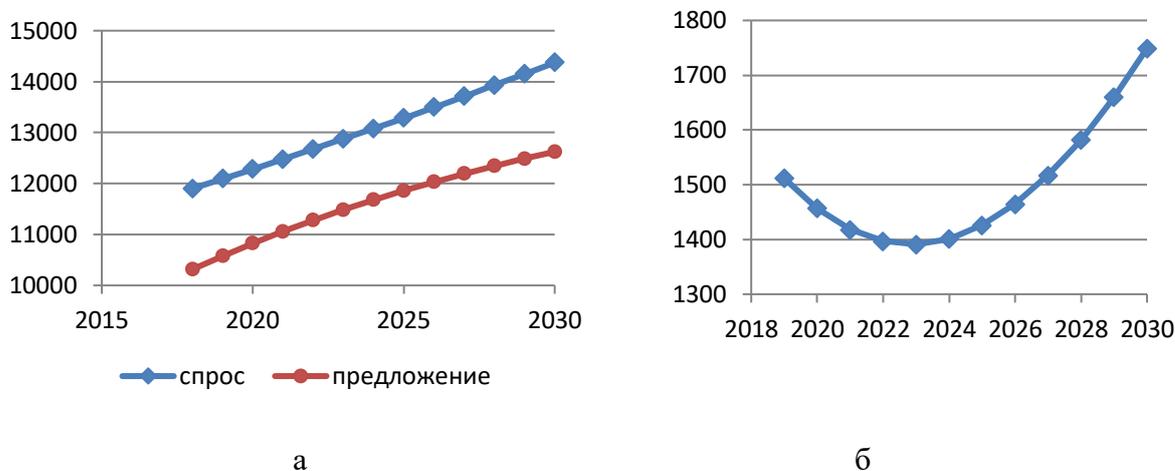
В соответствии с нашим прогнозом, с 2019 по 2030, средний уровень роста численности населения в Казахстане составит 1,6%, который приведет к увеличению потребностей в медицинских услугах. В рамках подхода, основанного на потребностях, уже в 2019 дефицит составил бы 1512 ВОП, а число необходимых врачей с 2018 по 2030 увеличилось бы на 33% (таблица 9).

Таблица 9 – Динамика спроса и предложения ВОП по Сценарию 2

Годы	Спрос	Предложение	*Баланс
2019	12090	10577	1512
2020	12281	10825	1457
2021	12476	11057	1418
2022	12673	11277	1397
2023	12874	11483	1391
2024	13078	11677	1401
2025	13285	11859	1426
2026	13495	12030	1465
2027	13709	12192	1517
2028	13926	12344	1582
2029	14147	12487	1660
2030	14371	12621	1749

* – положительные значения означают дефицит специалистов ВОП

Как и в предыдущем сценарии, дефицит кадров будет частично покрыт выпускниками университетов, но начиная с 2025 года он начнет расти и достигнет 1749 ВОП в 2030 году (рисунок 8).



а – число ВОП; б – дефицит

Рисунок 8 – Прогноз в рамках подхода, основанного на потребностях в медуслугах

Таким образом, в данном исследовании, мы рассмотрели три сценария прогнозирования кадровых ресурсов ПМСП до 2030. Все они указывают на то, что при настоящем количестве выпускников, проблема дефицита ВОП усугубится (таблица 10).

Таблица 10 – Разрыв между спросом и предложением ВОП

Сценарий	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2026 год	2027 год	2028 год	2029 год	2030 год
Базовый	430	356	302	261	238	231	236	257	290	335	393	463
Сценарий 1	967	902	855	824	1629	1644	1672	1715	1771	1840	1922	2016
Сценарий 2	1512	1457	1418	1397	1391	1401	1426	1465	1517	1582	1660	1749

Даже в базовом сценарии, основанном на простом росте численности населения государства, ежегодный выпуск 900 ВОП не является достаточным, чтобы закрыть дефицит ВОП. Начиная с 2025, дефицит увеличится и достигнет своего пика в 2030 году (463 ВОП).

Данная ситуация еще больше ухудшится, если будет реализован сценарий, основанный на целевых индикаторах. Уменьшение нагрузки (1500 человек на 1 ВОП) требует увеличения выпуска врачей ПМСП. Иначе, дефицит может достигнуть более чем 2000.

В соответствии с 3 сценарием, рост численности населения в государстве приведет к повышению потребностей в медицинских услугах. Данный фактор также должен быть принят во внимание во время разработки государственных

программ развития здравоохранения. Согласно данным нашей модели, изменение эпидемиологической ситуации (рост общей распространенности заболеваний) потребует дополнительного кадрового ресурса.

4 ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОДЕЛИ

Планирование кадровых ресурсов здравоохранения включает оценку текущей ситуации, прогнозирование будущего спроса и разработку соответствующих стратегий для обеспечения баланса спроса и предложения на рабочую силу [9499].

В разных странах используются разные методы прогнозирования, и каждый подход имеет свои сильные и слабые стороны [100-107]. 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» [108-112].

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% [113]. 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 потребоваться сокращение, а не увеличение количества обучающихся в медицинских вузах. [114].

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: пессимистический, оптимистичный и наиболее вероятный [115].

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 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 [116].

Song F. и Rathwell T. протестировали чувствительность имитационной модели, предназначенной для прогнозирования спроса на больничные койки и врачей в Китае [117]. Они использовали два из этих подходов. Их результаты показали преимущества стохастического моделирования перед детерминированным подходом. Важно, чтобы стохастический прогноз можно было использовать для неконтролируемых факторов, таких как изменения в численности населения.

Наша цель состояла в том, чтобы использовать стохастическое моделирование для анализа чувствительности разработанной нами модели прогнозирования потребностей во врачах общей практики в Казахстане до 2030 года.

4.1 Анализ чувствительности модели к параметру «выход на пенсию»

В прошлые годы медиана ежегодного выхода на пенсию составляла 1,3% (ДИ:1,1; 1,5). Таблица 11 демонстрирует как изменение этого параметра может повлиять на баланс между спросом и предложением по всем трем рассматриваемым сценариям.

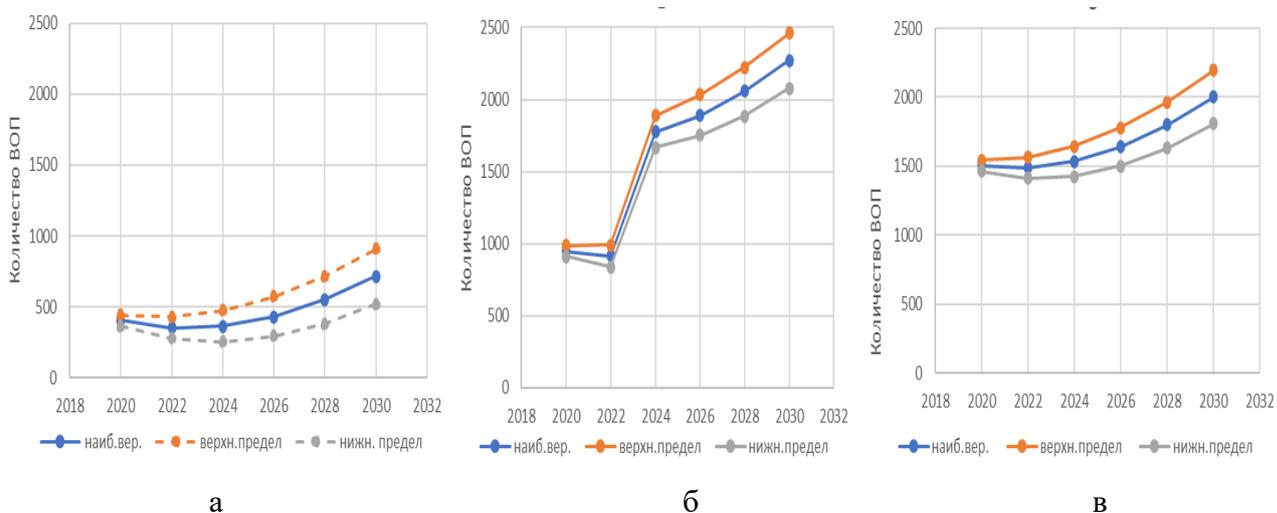
Таблица 11 – Влияние параметра «выход на пенсию» на баланс между спросом и предложением ВОП

Медиана (95%ДИ)			
годы	базовый сценарий	сценарий 1	сценарий 2
2019	453[433;474]	990[970;1010]	1536[1516;1556]
2020	403[364;443]	949[910;988]	1503[1463;1544]
2021	371[313;430]	924[866;981]	1488[1431;1547]
2022	353[276;431]	916[840;993]	1488[1412;1563]
2023	352[260;446]	1743[1649;1836]	1504[1413;1597]
2024	365[254;474]	1778[1667;1888]	1535[1425;1645]
2025	393[265;516]	1825[1703;1953]	1582[1455;1707]
2026	431[295;573]	1891[1753;2033]	1641[1499;1780]
2027	487[329;643]	1967[1814;2120]	1714[1559;1866]
2028	552[380;717]	2058[1885;2222]	1798[1630;1964]
2029	628[444;807]	2159[1973;2338]	1894[1712;2074]
2030	714[521;908]	2270[2077;2460]	2002[1808;2194]
Примечание – Положительные значения означают дефицит ВОП			

В базовом сценарии (рисунок 9а), даже если число выходящих на пенсию будет минимальным, это все равно не позволит устранить дефицит врачей. В

2020 году дефицит может составить от 364 до 443 ВОП с отклонением от медианного значения около 1%. Согласно прогнозу, к 2024 году медиана дефицита снизится до 365 ВОП, однако максимальное среднее абсолютное отклонение составляет 30%, а нехватка количества требуемых ВОП может варьироваться от 254 до 474 (для 95% ДИ).

К 2030 году, по нашим прогнозам, спрос на рабочую силу ВОП достигнет 13 084 – чистый прирост всего лишь на 1177 врачей с 2024 года. В то же время в этом периоде прогнозируется рост дефицита с 365 (95% ДИ: 254; 474) до 714 (95% ДИ: 521; 908) ВОП. По этим данным вариации уровня выхода на пенсию в диапазоне 1,1-1,5% приводит к неопределенности прогноза дефицита на уровне около 30%.



а – базовый сценарий; б – сценарий 1; в – сценарий 2

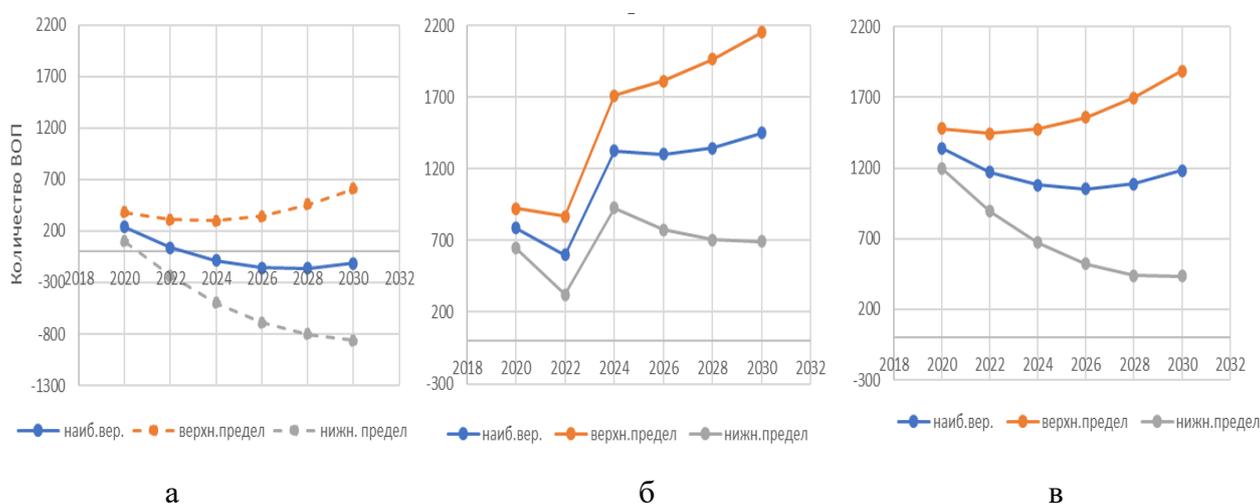
Рисунок 9 – Влияние параметра «выход на пенсию» на баланс между спросом и предложением

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Как уже указывалось выше при реализации Сценариев 1 и 2 неудовлетворенный спрос на врачей в абсолютных показателях будет увеличиваться (таблица 11). Так, в случае планируемого снижения нагрузки на ВОП до 1500 населения по Сценарию 1, дефицит врачей вследствие колебания доли лиц, выходящих на пенсию, в 2019 году может составить 990 [95%ДИ 970;1010], а к 2030 году уже 2270[95%ДИ 2077; 2460] (рисунок 9б). С учетом эпидемиологической ситуации, по Сценарию 2, неудовлетворенный спрос прогнозируется на уровне 1536 [95%ДИ 1516;1556] в 2019 году с постепенным ростом до 2002 [95%ДИ 1808;2194] – к 2030 году. Однако относительная чувствительность модели к этому параметру остается неизменной при всех возможных сценариях развития (рисунок 9в).

4.2 Анализ чувствительности модели к параметру «текучесть кадров»

Влияние текучести кадров на обеспеченность врачами общей практики показано на рисунке 10. На основании данных прошлых лет этот параметр оценивался на уровне 13,8-15,2% с наиболее вероятным значением 14,5%. В базовом сценарии, в случае реализации верхнего предела этого диапазона, дисбаланс спроса и предложения сохранится – дефицит в различные годы составит от 301 до 607 ВОП (рисунок 10а). Если этот параметр примет наиболее вероятное (медианное) значение, то уже к 2024 году 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 году, на 161 в 2028 году и на 113 ВОП в 2030 году (таблица 12).



а – базовый сценарий; б – сценарий 1; в – сценарий 2

Рисунок 10 – Влияние параметра «текучесть кадров» на баланс между спросом и предложением

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Таблица 12 – Влияние параметра «текучесть кадров» на баланс между спросом и предложением ВОП

годы	Медиана (95%ДИ)		
	базовый сценарий	сценарий 1	сценарий 2
1	2	3	4
2019	370[300;440]	907[836;978]	1453[1383;1525]
2020	241[100;381]	786[646;923]	1340[1200;1479]
2021	130[-77;338]	684[475;892]	1246[1037;1456]
2022	37[-231;311]	599[324;869]	1172[894;1444]
2023	-35[-379;296]	1355[1018;1688]	1119[780;1453]
2024	-89[-501;301]	1325[925;1712]	1079[672;1475]
2025	-135[-604;319]	1302[832;1756]	1055[587;1503]

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
2026	-155[-689;344]	1301[773;1814]	1051[521;1559]
2027	-167[-743;394]	1313[744;1882]	1064[470;1626]
2028	-161[-804;456]	1344[705;1963]	1089[437;1696]
2029	-134[-840;527]	1388[678;2061]	1130[419;1788]
2030	-113[-863;607]	1448[692;2153]	1182[433;1888]
Положительные значения означают дефицит ВОП			

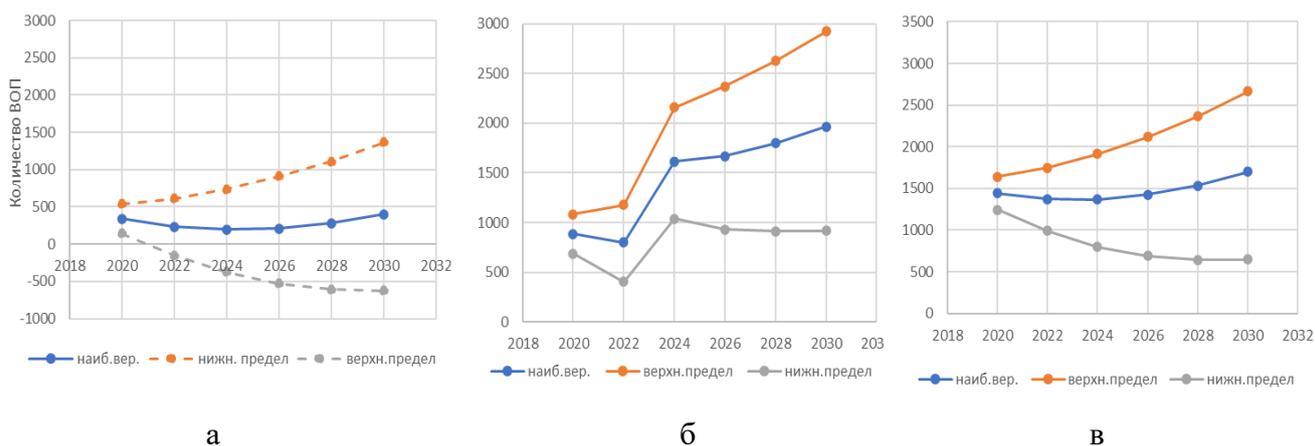
Аналогичные тренды прогнозируются и при минимальных значениях параметра «текучесть кадров». В этом случае прогнозируемое количество ВОП не только покрывает все потребности ПМСП, но и значительно превысит их – профицит составит 2% в 2022 году, 4,2% в 2024 году, 5,6% в 2026 году, 6,3% в 2028 году и 6,6% в 2030. Если в 2030 году события будут развиваться по такому сценарию, спрос составит 13084 ВОП, а предложение – 13947 ВОП, то есть с разницей в 863 врача.

Однако возможное развитие событий по Сценарию 1 (рисунок 10б) показывает, что снижение текучести кадров даже до минимального уровня не позволит покрыть все потребности в ВОП. Прогнозируется, что начиная с 2019 года неудовлетворенный спрос будет расти с 907 [95%ДИ 836;978] до 1448 [95%ДИ 692;2153] в 2030 г. Скачек ожидается в 2023 году, когда уменьшится нагрузка на врачей и соответственно увеличится спрос на них.

Если в стране в целом изменится эпидемиологическая ситуация (снизится общая заболеваемость), то обеспеченность врачами общей практики несколько улучшится. При минимальных и наиболее вероятных значениях текучести кадров дефицит ВОП до 2030 года будет уменьшаться, хотя, как видно по доверительному интервалу, сохраняется небольшая вероятность альтернативного развития событий (рисунок 10в).

4.3 Анализ чувствительности модели к параметру «найм»

Эффект от изменения количества вновь принятых врачей в ПМСП представлен на рисунке 11. По данным за прошлые годы медиана этого параметра составляла в 10,3% (ДИ:9,7; 10,9).



а – базовый сценарий; б – сценарий 1; в – сценарий 2

Рисунок 11 – Влияние количества вновь принятых врачей на баланс между спросом и предложением ВОП

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

При базовом сценарии в случае наиболее вероятного процента 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 году нехватка специалистов может составить 1365 ВОП (таблица 13).

Таблица 13 – Влияние параметра «найм» на баланс между спросом и предложением ВОП

Медиана (95% ДИ)			
годы	базовый сценарий	сценарий 1	сценарий 2
2019	421[322;524]	958[857;1060]	1505[1403;1607]
2020	340[144;538]	886[687;1083]	1443[1243;1640]
2021	281[-17;574]	836[545;1127]	1397[1100;1685]
2022	231[-153;611]	798[406;1179]	1370[990;1749]
2023	204[-276;668]	1598[1117;2057]	1355[892;1823]
2024	197[-376;734]	1613[1037;2158]	1369[800;1914]
2025	190[-460;813]	1633[975;2257]	1387[743;2003]
2026	210[-527;912]	1668[931;2371]	1428[692;2120]
2027	236[-571;997]	1730[907;2478]	1459[653;2224]
2028	280[-605;1108]	1796[912;2624]	1532[644;2366]
2029	348[-629;1243]	1863[900;2765]	1608[646;2508]
2030	403[-627;1365]	1964[919;2924]	1698[650;2664]
Примечание – Положительные значения означают дефицит ВОП			

Напротив, высокий уровень найма (10,9%) приведет к росту предложения сверх достаточного уровня. Т.е. существует небольшая вероятность, что количество врачей увеличится и превысит потребности, которые определяются

количеством населения. В этом случае избыток может составить от 153 ВОП в 2022 году до 627 ВОП в 2030 году.

На рисунках 11б и 11в представлен прогноз по обеспеченности кадрами в случае реализации Сценариев 1 и 2. Видно, что прогнозируемая разница между спросом и предложением имеет широкий доверительный интервал, что свидетельствует о высокой чувствительности модели к этому параметру. Наиболее вероятный дисбаланс с 2019 до 2030 года достигает величин от 958 до 1964 ВОП при Сценарии 1 и от 1505 до 1698 ВОП при Сценарии 2. При этом максимальный дефицит кадров может составить 2924 врачей.

В данном 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, мы могли видеть и анализировать их влияние на количество ВОП. Мы постарались 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 количества всего населения и среднего количества населения на одного врача ПМСП, а также эпидемиологической ситуации в стране.

Как показали наши результаты, созданная модель наименее чувствительна к параметру пенсионного обеспечения. Относительная чувствительность $S(t)$ в период прогноза колеблется от 2 до 10% (таблица 14).

Таблица 14 – Относительная чувствительность параметров

Годы	2020, %	2022, %	2024, %	2026, %	2028, %	2030, %
Выход на пенсию	2	5	6	8	9	10
Текучесть кадров	27	49	67	83	100	113
Найм	31	58	79	100	115	130

Изменение этого параметра в пределах доверительного интервала не позволит ликвидировать разрыв между спросом и предложением. В настоящее время в системе ПМСП работают около 7% врачей пенсионного возраста. Сильвер М. 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 [118]. 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 [119]. 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 [120]. Текучесть кадров существенно влияет на прогнозируемое предложение медицинских работников и делает «истощение запасов» одним из ключевых компонентов моделей прогнозирования кадровых ресурсов [121].

Предлагаемая нами модель очень чувствительна к этому параметру – $S(t)$ колеблется от 27% в 2020 году до 113% в 2030 году. 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 недостаточная 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 медицинских 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;

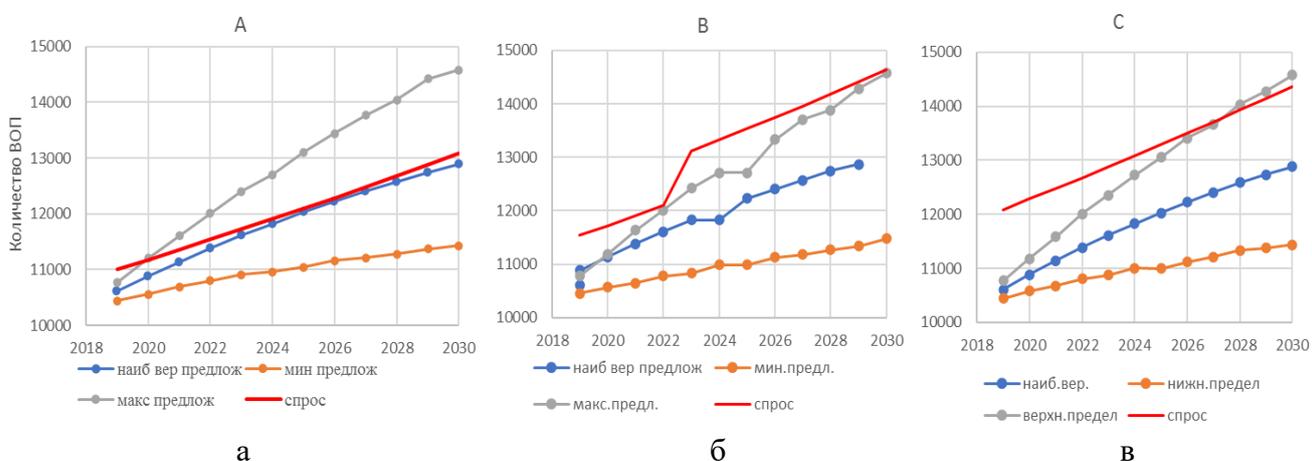
- развитие механизмов нематериальной мотивации (предоставление возможности обучения за счет работодателя, обеспечение непрерывного карьерного и профессионального роста, поддержание благоприятной организационной культуры);

- создание безопасных условий труда для поддержания здоровья и безопасности работников здравоохранения [122].

Параметр «вновь принятые» (найм) – еще один фактор, который оказывает значительное влияние на прогнозирование 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 нашим данным, доля таких лиц составляет 10,3% (ДИ: 9,7; 10,9). Чувствительность $S(t)$ к этому параметру сопоставима с чувствительностью к текучести кадров (см. таблицу 3).

Анализ чувствительности также позволяет определить важные параметры, на которых можно сосредоточиться, чтобы уменьшить неопределенность и повысить надежность самой модели. На рисунке 12 показан эффект комплексного влияния трех исследуемых параметров на выходную переменную (количество ВОП).



а – базовый сценарий; б – сценарий 1; в – сценарий 2

Рисунок 12 – Неопределенность в прогнозируемом количестве ВОП

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Базовый сценарий представлен на рисунке 12А. Если будет реализовано наиболее вероятное соотношение трех ключевых параметров, то предложение почти полностью покрывает потребности в ВОП с небольшим дефицитом в 68-305 врачей. Верхняя и нижняя линии на графике показывают маловероятные, но также возможные прогнозные значения. В этих случаях могут возникнуть ситуации как переизбытка врачей – в первом случае, так и их дефицитом – во втором.

По Сценарию 1 максимальное предложение в некоторые годы приближается к спросу, но не удовлетворяет его полностью (рисунок 12б). А наиболее вероятным является ситуация значительного дефицита кадров. Этот дефицит может усугубиться в случае, если предложение будет принимать минимальные значения.

Чувствительность выходного параметра модели к трем ключевым параметрам по Сценарию 2 представлена на рисунке 12в. Видно, что

вследствии уменьшения спроса на врачей общей практики к 2026 году возможно его удовлетворить. Однако, все же наиболее вероятно, что также, как и в предыдущем сценарии, будет наблюдаться неукомплектованность штатных должностей.

Таким образом, разработанная модель прогнозирования количества ВОП до 2030 года наиболее чувствительна к показателю текучести кадров. При этом в будущем под воздействием этого фактора возможны как сценарии дефицита, так и сценарий избытка врачей ПМСП. Чувствительность к параметру «вновь принятые» сопоставима с чувствительностью к параметру «уволившиеся по другим причинам». Если все три рассмотренных ключевых параметра (выход на пенсию, увольнение по другим причинам, вновь принятые) примут наиболее вероятные значения, то в прогнозируемом периоде предложение будет почти полностью покрывать потребности в ВОП с небольшим дефицитом в 68-305 врачей.

5 ВАЛИДНОСТЬ МОДЕЛИ

Для проверки валидности модели мы использовали исторические данные о количестве врачей ПМСП в период с 2011 по 2019 годы (базовым годом являлся 2010 год). Далее результаты прогнозирования были сопоставлены с реальными данными за этот период. Согласно представленным в таблице 15 данным, в эти годы дефицит кадров составил в среднем 4,3%, каждый врач ПМСП работал в среднем на 1,2 ставки. В базовом 2010 году всего было заложено 10114 ставок врачей.

Таблица 15 – Результаты проверки модели на валидность

Год	Число штатных должностей	Из них занято	Дефицит, %	Число ставок на 1 врача	Количество во физ. лиц	Прогнозное значение	Относит. ошибка
2011	9999,5	9435	5,65	1,2	8064	8066	0,027
2012	10012,75	9449,25	5,63	1,2	8080	8286	0,049
2013	10015	9151,25	8,62	1,2	8025	8492	0,076
2014	9607,25	9223,25	4,00	1,2	8012	8686	0,097
2015	9421,25	9133,25	3,06	1,2	8133	8868	0,100
2016	9465	9293,25	1,81	1,2	8518	9040	0,074
2017	9850,5	9626	2,28	1,2	8573	9202	0,083
2018	10227,5	9954,5	2,67	1,2	8692	9354	0,085
2019	10843	10399,25	4,09	1,2	8985	9497	0,067

Наибольшая ошибка была получена в результатах прогнозирования на 2014 г. и на 2015 г. В первую очередь мы связываем это с неточными данными по числу выпускников вузов, пришедших работать в ПМСП. Однако, в целом RMSE получилось равным 0,076 ($<0,1$) и это позволило считать нашу модель валидной [123].



Рисунок 13 – Ошибки прогнозирования

6 ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ

Оптимизация модели заключается в последовательном выполнении нескольких прогонов модели с различными значениями параметров и нахождении оптимальных для данной задачи значений параметров.

В AnyLogic встроен оптимизатор OptQuest – лучший из предлагаемых сегодня оптимизаторов. Оптимизатор OptQuest автоматически находит лучшие значения параметров модели с учетом заданных ограничений для достижения целевой функции.

Процесс оптимизации представляет собой итеративный процесс, который состоит в том, что:

1. Оптимизатор OptQuest выбирает допустимые значения оптимизационных параметров и запускает модель с этими значениями.
2. Завершив «прогон» модели, OptQuest вычисляет значение целевой функции на момент завершения.
3. Оптимизатор анализирует полученное значение, изменяет значения оптимизационных параметров в соответствии с алгоритмом оптимизации и процесс повторяется заново.

В разработанной нами модели, по нашим представлениям, регулируемые параметрами могут выступать «текучесть кадров» и число выпускников-ВОП медицинских вузов. Целевой функцией является наиболее полное обеспечение системы ПМСП медицинскими кадрами, т.е. минимальный разрыв между спросом и предложением на рынке труда.

Оптимизация подразумевает не одномоментное решение всех проблем, а равномерное распределение мероприятий по годам. Например, не представляется возможным в один год подготовить столько специалистов ВОП, чтобы покрыть весь дефицит кадров, т.к. это требует значительных финансовых вложений и изменения текущих планов государства. Кроме того, это привело бы к резкому сокращению приема в вузы в последующие годы и, соответственно, к возникновению социальных проблем уже в секторе высшего образования. Поэтому предполагается, подобрать такие оптимальные значения параметров модели, которые будут неизменными в течении всего срока прогнозирования, т.е. до 2030 года.

6.1 Оптимизация базового сценария

На рисунке 14 представлены результаты оптимизации параметра «текучесть кадров» при базовом сценарии развития событий. При разработке модели этот показатель был установлен на уровне 15% ежегодно. Если текучесть кадров останется неизменным с 2018 года, то дефицит в последующие годы составит от 238 до 463 врачей. Полученное оптимальное значение параметра равно 14,6%. Это позволяет с 2023 года уменьшить разницу между спросом и предложением до минимальных значений. Дефицит может снизиться до 5 врачей в 2024 году, а в некоторые годы – наблюдаться небольшой избыток до 34 ВОП в 2026 г.



Рисунок 14 – Влияние оптимального значения параметра «текучесть кадров» на баланс между спросом и предложением

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Другая возможность оптимального обеспечения кадрами – это увеличение количества выпускников специальности «врач общей практики». Исходя из данных предыдущих лет мы установили, что примерно 900 молодых специалистов ежегодно будут пополнять ряды ПМСП. Оптимизатор модели показал, что целевая функция достигается при ежегодном обустройстве на работу 946 вновь подготовленных ВОП. Из результатов, представленных на рисунке 15, видно, дисбаланс при этом значительно снижается, а в 2024-2029 годы может наблюдаться его минимум.



Рисунок 15 – Влияние оптимального значения параметра «выпускники вузов» на баланс между спросом и предложением

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Еще один этап заключался в одновременном регулировании двух параметров, с целью нахождения их оптимального соотношения для достижения целевой функции. В результате мы получили оптимальное значение параметра «текучесть кадров» – 14,9%, оптимальное количество выпускников – 935 ВОП ежегодно.

При этих параметрах кадровый баланс с годами постепенно выравнивается и к 2023 году прогнозируется минимальный дефицит в 39 врачей. В последующем возможен избыток от 2 до 39, но такой дисбаланс незначителен по сравнению с ранее прогнозируемом (рисунок 16).



Рисунок 16 – Влияние оптимальных значений параметров «текучесть кадров» и «выпускники вузов» на баланс между спросом и предложением

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

6.2 Оптимизация Сценария 1

Как было уже показано, в случае реализации Сценария 1 прогнозируется наибольший дефицит кадров в системе ПМСП (таблица 16). Процедура оптимизации показала, что наилучшие результаты в обеспечении кадрами могут быть получены при уменьшении текучести кадров с 15 до 13,2%, или же при увеличении выпуска врачей ежегодно с 900 до 1124, или же при одновременном значениях этих параметров 13,5% и 927 ВОП.

Таблица 16 – Разница между спросом и предложением ВОП при оптимальных значениях параметров модели по Сценарию 1

Годы	При заданных параметрах	При оптимальных параметрах		
		текучесть кадров 13,2%	1124 ВОП	текучесть кадров 13,5% и 927 ВОП
1	2	3	4	5
2019	967	782	749	787
2020	902	537	480	547
2021	855	311	240	329
2022	824	107	28	132
2023	1629	742	663	775
2024	1644	589	517	631
2025	1672	455	394	506

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
2026	1715	338	295	399
2027	1771	239	218	311
2028	1840	157	161	240
2029	1922	90	125	185
2030	2016	40	107	146

Хотя при этом дефицит кадров не покрывается полностью, но снижается в 5-10 раз, и к 2030 году в зависимости от принятых мер регулирования может составить всего 40-146 врачей (рисунок 17).

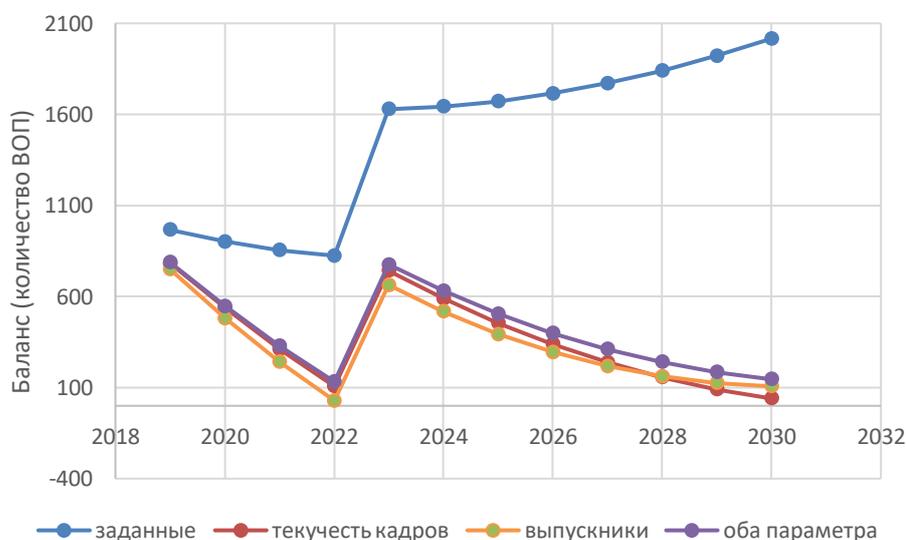


Рисунок 17 – Результаты оптимизации при Сценарии 1

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

6.3 Оптимизация Сценария 2

Данный сценарий основан на возрастающем спросе на медицинские услуги в связи с ростом населения республики. При неизменности параметров, заданных в модели, до 2030 года прогнозируется дефицит кадров, согласно данным, представленным в таблице 17. Полученные после оптимизации параметры имеют следующие значения: текучесть кадров 13,5%, ежегодный выпуск врачей 1094, или же одновременные значения этих параметров 13,6% и 915 ВОП.

Таблица 17 – Разница между спросом и предложением ВОП при оптимальных значениях параметров модели по Сценарию 2

Годы	При заданных параметрах	При оптимальных параметрах		
		текучесть кадров 13,5%	1094 ВОП	текучесть кадров 13,6% и 915 ВОП
2019	1512	1359	1324	1355
2020	1457	1153	1091	1145
2021	1418	968	886	956
2022	1397	803	707	789
2023	1391	657	554	641
2024	1401	530	425	512
2025	1426	422	320	402
2026	1465	330	236	310
2027	1517	256	172	234
2028	1582	198	129	176
2029	1660	156	104	134
2030	1749	129	98	107

Примечание – Положительные значения означают дефицит ВОП

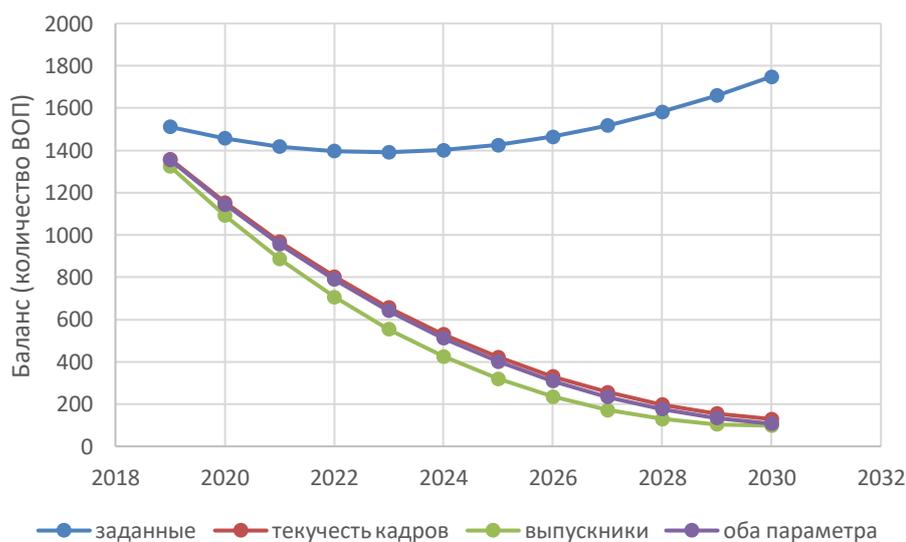


Рисунок 18 – Результаты оптимизации при Сценарии 2

Примечание – Положительные значения разницы означают недостаток ВОП

Как и в предыдущем сценарии оптимизация приводит к уменьшению дисбаланса на рынке труда в разы. Так, в 2030 году с 1749 до 98 врачей. Преимущества того или иного способа оптимизации неочевидны и их применение зависит от возможностей регулятора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В основу решаемой задачи прогнозирования кадровых ресурсов ПМСП до 2030 года была положена методология системного динамики – совокупность принципов и методов анализа динамических управляемых систем с обратной связью и их применения для решения производственных, организационных и социально-экономических задач. В основе системной динамики лежит предположение, что организация более эффективно представляется в терминах лежащих в ее основе потоков, нежели в терминах отдельных функций. Потоки людей, денег, материалов, заявок и оборудования, а также интегрированных потоков информации могут быть выявлены во всех организациях. Направленность на потоковую структуру заставляет аналитика естественным образом преодолевать внутриорганизационные границы.

В процессе моделирования постепенно углубляется понимание проблемы участвующими в нем людьми. К сожалению, в настоящее время многие управленческие решения принимаются на интуитивном уровне, без объективной оценки их последствий. Такой подход часто оказывается менее надежным, чем подход, связанный с тщательным построением математической модели. И этому есть свое объяснение - системы управления порой содержат очень много переменных, о зависимости которых от других мало что известно. Поведение таких систем оказывается настолько сложным, что его понимание лежит вне возможностей человеческой интуиции. Компьютерное моделирование позволяет эффективно уточнять и поддерживать человеческую интуицию. Хотя модель и не является совершенно точным представлением реальности, она может быть использована для принятия более обоснованных решений, чем те, которые мог бы принять человек.

В своей модели прогнозирования мы представили кадровые ресурсы ПМСП как непрерывное суммирование входных и выходных потоков. Состояние КРЗ на текущий момент представляет собой накопитель этих потоков. Оценка динамических процессов в промежуточные годы позволяет прогнозировать результат их взаимодействия в последующие. Прогнозирование было осуществлено до 2030 года, а базовым годом являлся 2018 г. И все параметры модели были зафиксированы на уровне этого года.

КРЗ рассматривается нами как рынок труда, который характеризуется спросом и предложением. В соответствии с этим модель была условно разделена на субмодели, каждая из которых оценивала потенциальную потребность во врачах общей практики и возможные источники их «поставки» на этот рынок. Это позволяет прогнозировать дисбаланс – избыток или недостаток медицинских работников в предстоящие годы.

Аналізу были подвержены три возможные сценарии развития процессов на «рынке труда» ПМСП. Первый из них предполагает, что потребность в ВОП связана только с количеством растущего населения республики. Второй сценарий исходит из того, что нагрузка (количество населения на одного врача) будет снижаться и потребность в ВОП увеличится, а третий сценарий также

учитывает и изменение эпидемиологической ситуации в будущем в связи с ростом населения. По итогам анализа всех трех сценариев было выявлено, что в ПМСП будет наблюдаться недостаток врачей, особенно проблема может обостриться при реализации второго сценария.

Обязательной процедурой при создании любой модели является проверка ее чувствительности и валидности. Как было выявлено, разработанная модель наиболее чувствительна к параметру «текучесть кадров». С одной стороны этот параметр вносит наибольшую неопределенность в прогнозирование, с другой – является ключевым с точки зрения регулирования потока рабочей силы. Текучесть кадров - одна из основных проблем первичной медико-санитарной помощи. Основные причины - отсутствие мотивационных стимулов к работе, низкая заработная плата и недостаточная социальная защита работников [1]. Достаточно серьезна ситуация с привлечением и удержанием кадров в сельской местности. 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 медицинских 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.

Применение методов системной динамики для анализа различных стратегий подготовки врачей ПМСП могут помочь в разработке оптимальной кадровой политики, которая принимает во внимание усложненность социальной и экологической обстановки и многообразие перспектив. Главная цель созданной модели - спрогнозировать последствия различных стратегий, направленных на улучшение потенциала казахстанской системы здравоохранения. Медицинским университетам требуется определенное время для подготовки специалистов. С точки зрения модели, это является задержкой во времени, что негативно влияет на поведение целой системы. Модель была разработана для использования организаторами здравоохранения с целью прогнозирования эффектов потенциальных изменений, которые необходимо осуществлять уже сегодня.

Хотя модель является эффективным инструментом планирования, учитывающим влияние нормативных решений на сектор здравоохранения, она имеет ограничения. Модель настолько реалистична, насколько реалистичны параметры, заложенные в ней. Проблема получения объективных данных о

медицинских кадровых ресурсах является самым главным препятствием в достижении точности модели. Мы столкнулись с недоступностью некоторой информации о состоянии кадровых ресурсов в Республике, особенно в историческом ракурсе, что сказалось на точности прогнозирования. Среди слабых сторон системы управления кадровыми ресурсами Республики можно выделить разрозненные базы данных по КРЗ и несоответствие учетных данных КРЗ международным стандартам [5]. Информацию по кадрам можно найти в отчетных формах МЗ РК «Отчет медицинской организации», «Отчет о медицинских кадрах», а также в АСУ «Кадры», на портале Республиканского центра электронного здравоохранения, в департаменте науки и человеческих ресурсов МЗ, в отделах трудоустройства медицинских вузов. Ни один из этих источников не является всеобъемлющим.

К счастью, сама модель и программное обеспечение, с помощью которой она была реализована, позволяют модифицировать параметры – количество выпускников, показатель выхода на пенсию и эмиграции и др. Это дает возможность увидеть, что могло бы произойти, если данные параметры в рамках программы планирования были бы изменены. Они являются инструментами в руках организаторов здравоохранения, используемыми для реализации стратегии развития человеческих ресурсов.

На основании проведенного исследования сделаны следующие **выводы**:

1. Построенная модель прогнозирования кадровых ресурсов ПМСП свидетельствует, что ежегодный выпуск 900 ВОП не является достаточным, поскольку при этом к 2030 году дефицит кадров может достигнуть 590 ВОП при базовом сценарии и превысить 2000 врачей при планируемом Министерством здравоохранения снижении нагрузки на одного ВОП до 1500 населения.

2. Разработанная модель наиболее чувствительна к показателю текучести кадров, который составил 14,5% (ДИ13,8;15,2%). В будущем под воздействием этого фактора возможны как сценарии дефицита - пессимистичный прогноз, так и сценарий избытка врачей ПМСП – оптимистичный прогноз.

3. Если все три ключевые параметра - выход на пенсию, текучесть кадров, найм – примут наиболее вероятные значения, то в прогнозируемом периоде предложение будет почти полностью покрывать потребности в ВОП с небольшим дефицитом в 68–305 врачей.

4. Точность модели составляет 7,6%.

Рекомендации:

1. При базовом сценарии наилучшие результаты в обеспечении кадрами могут быть получены при уменьшении текучести кадров с 15 до 13,2%, или же при увеличении выпуска врачей ежегодно с 900 до 1124, или же при одновременном значении этих параметров 13,5% и 927 ВОП.

2. При снижении нагрузки с 2000 населения до 1500 населения на одного ВОП оптимальными параметрами для достижения баланса спроса и предложения являются: снижение текучести кадров до 13,5% или ежегодный

выпуск врачей 1094, или же одновременные значения этих параметров 13,6% и 915 ВОП.

3. Если потребность кадров будет связана с изменением эпидемиологической ситуации, то оптимальное регулирование трудовых потоков рекомендуется на основе следующих параметров: снижение текучести кадров до 13,5% или увеличение ежегодного выпуска врачей до 1094, или же одновременные значения этих параметров 13,6% и 915 ВОП.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан. Об утверждении основных направлений развития первичной медико-санитарной помощи в Республике Казахстан на 2018-2022 годы: утв. 27 июля 2018 года, №461 <https://online.zakon.kz/document>. 3.03.2020.
- 2 Adano U. Collection and analysis of human resources for health (HRH) strategic plans // <http://www.capacityproject.org/images/stories/files>. 19.11.2009.
- 3 Руководство по мониторингу и оценке кадровых ресурсов здравоохранения, адаптированное для применения в странах с низким и средним уровнем доходов // <http://www.euro.who.int/ru/publications>. 3.03.2020.
- 4 Модели и инструменты планирования и прогнозирования потребностей в кадровых ресурсах здравоохранения // http://www.who.int/hrh/resources/HRH_issue3_RUS_WEB.pdf?ua=1. 3.03.2020.
- 5 Национальная политика управления кадровыми ресурсами здравоохранения: утв. решением Объединенной комиссии по качеству медицинских услуг Министерства Здравоохранения Республики Казахстан от 29 июня 2017 года, №24 // <http://www.rcrz.kz/index.php/ru>. 3.03.2020.
- 6 Matlin S.A., Depoux A., Schütte S. et al. Migrants' and refugees' health: towards an agenda of solutions // *Public Health Rev.* – 2018. – Vol. 39. – P. 2-55.
- 7 World Health Report 2006: working together for health // <http://www.who.int/whr/2006/en/index.html>. 25.11.2019.
- 8 Global strategy on human resources for health: workforce 2030 / World Health Organization. – Geneva, 2016. – 64 p.
- 9 The world health report: health systems financing: the path to universal coverage / World Health Organization. – Geneva, 2010. – 106 p.
- 10 Campbell J. et al. A universal truth: No health without a workforce. – Geneva: Global Health Workforce Alliance, 2013. – 104 p.
- 11 Human Resources for Health: foundation for Universal Health Coverage and the post-2015 development agenda / World Health Organization. – Geneva, 2014. – 70 p.
- 12 Stuckler D. et al. An Evaluation of the International Monetary Fund's Claims about Public Health // *International Journal of Health Services.* – 2010. – Vol. 40(2). – P. 327-332.
- 13 Buchan J., Dhillon I. S., Campbell J. Health Employment and Economic Growth: An Evidence Base. – Geneva: World Health Organization, 2017. – 455 p.
- 14 Portela G.Z., Fehn A.C., Ungerer R.L.S., Poz M.R.D. Human resources for health: global crisis and international cooperation // *Cien Saude Colet.* – 2017. – Vol. 22, Issue 7. – P. 2237-2246.
- 15 Михайлова Ю.В. Международный опыт развития медицинских кадров // Научно-организационные аспекты прогнозирования, планирования и сохранения кадров в здравоохранении Российской Федерации: матер. всеросс. науч.-практ. конф. – М., 2013. – С. 8-12.

16 Лопиков К.В. Определение нуждаемости во врачебных кадрах на основе функциональных нагрузок: на примере туберкулезной службы: автореф. ... канд. мед. наук: 14.02.03. – М., 2010. – 25 с.

17 Методика расчета потребности субъектов Российской Федерации в медицинских кадрах: метод. реком. / под ред. Ю.В. Михайловой. – М., 2011. – 11 с.

18 Шейман И.М., Шевский В.И. Кадровая политика в здравоохранении: сравнительный анализ Российской и международной практики // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2015. – №1. – С. 163-167.

19 Мальсагова И.Я. Научное обоснование потребности Республики Ингушетия во врачебных кадрах для обеспечения государственных гарантий оказания гражданам Российской Федерации бесплатной медицинской помощи: дис. ... канд. мед. наук: 14.02.03. – М., 2010. – 140 с.

20 Models and tools for health workforce planning and projections / World Health Organization. – Geneva: Department of Human Resources for Health, 2010. – 19 p.

21 High quality care for all: NHS Next Stage Review final report / Department of Health. – London, 2008. – 92 p.

22 Nursing for public health. Promotion, Principles and Practice / ed. by P. Linsley, R. Kane, S. Owen. – Oxford: University press, 2011. – 289 p.

23 Tranvåg O., Synnes O., McSherry W. Stories of Dignity within Healthcare: Research, narratives and theories. – Keswick: M&K Publisher, 2016. – 212 p.

24 Buchan J., Campbell D.J. Health Employment and Economic Growth: An Evidence Base. – Geneva: World Health Organisation, 2017. – 455 p.

25 Bourgeault I., Simkin S., Chamberland-Rowe C. Poor health workforce planning is costly, risky and inequitable // Canadian Medical Association Journal. – 2019. – Vol. 191(42). – P. EP1147-E1148.

26 Crettenden I.F., McCarty M.V., Fenech B.J. et al. How evidence-based workforce planning in Australia is informing policy development in the retention and distribution of the health workforce // Human Resources for Health. – 2014. – Vol. 12. – P. 7-1-7-13.

27 Waddell K., Wilson M.G. Rapid synthesis: Exploring models for health workforce planning. – Hamilton: McMaster Health Forum, 2019. – 22 p.

28 Anghel M-G., Anghelache C., Nita G., Samson T. Human Resource Forecasting Models // Romanian Statistical Review Supplement. – 2017. – Vol. 65. Issue 4. – P. 87-98.

29 Murphy M., Fernández A., Daponte A. The Spanish public health workforce // *Perspect Public Health*. – 2014. – Vol. 134, Issue 5. – P. 257-258.

30 Dreesch N., Dolea C. et al. An approach to estimating human resource requirements to achieve the Millennium Development Goals // *Health Policy and Planning*. – 2005. – Vol. 20, Issue 5. – P. 267-276.

31 Шейман И.М., Сажина С.В., Кадровая политика в здравоохранении: как преодолеть дефицит врачей // *Мир России. Социология. Этнология*. – 2018. – №3. – С. 130-153.

32 Указ Президента Республики Казахстан. Об утверждении Государственной программы развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011-2015 годы: утв. 29 ноября 2010 года, №1113 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs.12.03.2020>.

33 Lunenburg F.C. Human Resource Planning: Forecasting Demand and Supply // *International Journal of Management, Business, and Administration*. – 2012. – Vol. 15, Issue 1. – P. 1-10.

34 Rafiei S., Mohebbifar R., Hashemi F. et al. Approaches in Health Human Resource Forecasting: A Roadmap for Improvement // *Electronic Physician*. – 2016. – Vol. 8, Issue 9. – P. 2911-2917.

35 Busato A., Matter P., Künzi B. et al. Geographic variation in the cost of ambulatory care in Switzerland // *J Health Serv Res Policy*. – 2012. – Vol. 17, Issue 1. – P. 18-23.

36 Roberfroid D.L. et al. Physician supply forecast: better than peering in a crystal ball // *Hum Resour Health*. – 2009. – Vol. 7, Issue 10. – P. 1-14.

37 Dussault G.B., Sermeus W., Padaiga Z. Assessing future health workforce needs. – Copenhagen, 2010. – 46 p.

38 Al-Sawai A., Al-Shishtawy M.M. Health Workforce Planning: An overview and suggested approach in Oman // *Sultan Qaboos Univ Med J*. – 2015. – Vol. 15, Issue 1. – P. e27-e33.

39 Приказ Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан. Об утверждении Методики определения потребности отраслей экономики в кадрах в разрезе отраслей, специальностей и регионов: утв. 1 июля 2013 года, №299-П-м // <https://online.zakon.kz/Document.18.03.2020>.

40 Maeda A., Socha-Dietrich K. Skills for the future health workforce: Preparing health professionals for people-centred care: Health Working Papers. – Paris: OECD Publishing, 2021. – №124. – 47 p.

41 Lopes M.A., Almeida Á.S., Almada-Lobo B. Handling healthcare workforce planning with care: where do we stand? // *Hum Resour Health*. – 2015. – Vol. 13. – P. 38-1-38-19.

42 Ten Hoop-Bender P., Nove A., Sochas L. et al. The ‘Dream Team’ for sexual, reproductive, maternal, newborn and adolescent health: an adjusted service target model to estimate the ideal mix of health care professionals to cover population need // *Hum Resour Health*. – 2017. – Vol. 15. – P. 46-1-46-17.

43 Douglas K., Talent Management, the Next Frontier: Retaining, Nurturing, and Growing Our Workforce // *Nurse Leader*. – 2013. – Vol. 11, Issue 2. – P. 23-25.

44 Guerra A.M., Nove A. et al. Current and future availability of and need for human resources for sexual, reproductive, maternal and newborn health in 41 countries in Sub-Saharan Africa // *Int J Equity Health*. – 2017. – Vol. 16, Issue 1. – P. 69-75.

45 Dall T.M., Gallo P.D., Chakrabarti R. et al. An aging population and growing disease burden will require a large and specialized health care workforce by 2025 // *Health Affairs*. – 2013. – Vol. 32. – P. 2013-2020.

46 Омеляновский В.В., Семёнова Т.В., Лукьянцева Д.В. и др. Разработка методики расчета потребности во врачебных кадрах в здравоохранении российской федерации с использованием математической модели. Фармакоэкономика // Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. – 2020. – №4. – С. 427-437.

47 Флек В.О. Совершенствование подходов к определению потребности в медицинских кадрах в медицинских организациях в условиях реализации Программы государственных гарантий на 2013-2015 годы // Научно-организационные аспекты прогнозирования, планирования и сохранения кадров в здравоохранении Российской Федерации: матер. всеросс. науч.-практ. конф. – М., 2013. – С. 156-161.

48 Методы планирования, прогнозирования кадровых ресурсов здравоохранения: метод. рек. / сост. Т.Б. Турумбетова, Г.А. Мусина, М.М. Кабдуллина и др. – Астана: Республиканский центр развития здравоохранения, 2015 – 42.

49 Scott A. et al. Alternative approaches to health workforce planning: final report. – Adelaide: National Health Workforce Taskforce, 2011. – 57 p.

50 Bazyar M., Hekmat S.N., Rafiei S. Supply-and-demand projections for the health workforce at a provincial level from 2015 to 2025 in Ilam, Iran // Proceedings of Singapore Healthcare. – 2020. – Vol. 30, Issue 1. – P. 18-27.

51 Balasubramanian M., Hasan A., Ganbavale S. et al. Planning the Future Oral Health Workforce: A Rapid Review of Supply, Demand and Need Models, Data Sources and Skill Mix Considerations // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18. – P. 2891-1-2891-32.

52 Murphy G.T., Birch S., Mackenzie A. et al. An Integrated Needs-Based Approach to Health Service and Health Workforce Planning: Applications for Pandemic Influenza // Healthc Policy. – 2017. – Vol. 13, Issue 1. – P. 28-42.

53 Rafiei S., Abdollahzade S., Hashemi F. Health Manpower Forecasting: A systematic Review for Models and Approaches // Bangladesh Journal of Medical Science. – 2019. – Vol. 18, Issue 3. – P. 458-472.

54 De Gooijer J., Hyndman R.J. 25 Years of time series forecasting // Int J Forecasting. – 2006. – Vol. 22. – P. 443-473.

55 Bebbington E., Furniss D. Linear regression analysis of Hospital Episode Statistics predicts a large increase in demand for elective hand surgery in England // J Plast Reconstr Aesthet Surg. – 2015. – Vol. 68, Issue 2. – P. 243-251.

56 Pozo-Martin F., Nove A., Lopes S.C. et al. Health workforce metrics pre-and post-2015: a stimulus to public policy and planning // Hum Resour Health. – 2017. – Vol. 15. – P. 14-1-14-16.

57 Deane R.T., Yett D.E. Nurse market policy simulations using an econometric model // Res Health Econ. – 1979. – Vol. 1. – P. 255-300.

58 Cometto G., Campbell J. Human resources for health // The Lancet. – 2016. – Vol. 388, №10063. – P. 2993.

- 59 Applying the WISN Method in Practice: Case Studies from Indonesia, Mozambique and Uganda / World Health Organization. – Geneva: WHO Press, 2010. – 44 p.
- 60 Vincent J-L. Annual Update in Intensive Care and Emergency Medicine. – Berlin: Springer, 2011. – 830 p.
- 61 Safarishahrbijari A. Workforce forecasting models: A systematic review // Journal of Forecasting. – 2018. – Vol. 37. – P. 739-753.
- 62 Sharma K., Zodpey S.P., Gaidhane A. et al. Methodological issues in estimating and forecasting health manpower requirement // J Public Adm Policy Res. – 2014. – Vol. 6, Issue 2. – P. 25-33.
- 63 How to Calculate Staff Levels and Scheduling Requirements // <http://www.retailonlineintegration.com/article/contact-centers-how>. 18.03.2020.
- 64 Taghavi M., Johnston G. et al. Workforce Planning for Community-Based Palliative Care Specialist Teams Using Operations Research // Journal of Pain and Symptom Management. – 2021. – Vol. 61, Issue 5. – P. 1012-1022.
- 65 Araseki M., Yokooka Y., Ishikawa T. et al. The number of Japanese radiologic technologists will be increased in 40 years // Radiol Phys Technol. – 2013. – Vol. 6. – P. 467-473.
- 66 Лычкина Н.Н. Динамическое имитационное моделирование развития социально-экономических систем и его применение в информационно-аналитических решениях для стратегического управления // Стратегии бизнеса. – 2013. – №2(2). – С. 44-49.
- 67 Ishikawa T., Ohba H., Yokooka Y. et al. Forecasting the absolute and relative shortage of physicians in Japan using a system dynamics model approach // Hum Resour Health. – 2013. – Vol. 11. – P. 41-1-41-10.
- 68 Leerapan B., Teekasap P., Urwannachotima N. et al. System dynamics modelling of health workforce planning to address future challenges of Thailand's Universal Health Coverage. Hum Resour Health. – 2021. – Vol. 19. – P. 1-16.
- 69 Masnick K., McDonnell G. A model linking clinical workforce skill mix planning to health and health care dynamics // Hum Resour Health. – 2010. – Vol. 8. – P. 11-1-11-10.
- 70 Barber P., López-Valcárcel B.G. Forecasting the need for medical specialists in Spain: application of a system dynamics model // Hum Resour Health. – 2010. – Vol. 8. – P. 24-1-24-9.
- 71 Ansah J.P., De Korne D., Bayer S. et al. Future requirements for and supply of ophthalmologists for an aging population in Singapore // Hum Resour Health. – 2015. – Vol. 13, Issue 1. – P. 86-1-86-13.
- 72 Toyabe S. Trend in geographic distribution of physicians in Japan // Int J Equity Health. – 2009. – Vol. 8. – P. 5-10.
- 73 Homer J., Hirsch G., Minniti M. et al. Models for collaboration: how system dynamics helped a community organize cost-effective care for chronic illness // System Dynamics Rev. – 2004. – Vol. 20. – P. 199-222.

- 74 Homer J., Jones A., Milstein B. et al. The CDC's diabetes systems modeling project: developing a new tool for chronic disease prevention and control // *Procced. 22nd internat. conf. "System Dynamics Society"*. – Oxford, 2004. – P. 1-24.
- 75 Dangerfield B., Fang Y., Roberts C. Model based scenarios for the epidemiology of HIV/AIDS: the consequences of highly active antiretroviral therapy // *System Dynamics Rev.* – 2001. – Vol. 17. – P. 119-150.
- 76 Royston G., Dost A., Townshend J. et al. Using system dynamics to help develop and implement policies and programmes in health care in England // *System Dynamics Rev.* – 1999. – Vol. 15. – P. 293-313.
- 77 Ritchie-Dunham J.L., Mendéz Galvan J.F. Evaluating epidemic intervention policies with systems thinking: a case study of dengue fever in Mexico // *System Dynamics Rev.* – 1999. – Vol. 15. – P. 119-138.
- 78 Homer J., Ritchie-Dunham J., Rabbino H. et al. Toward a dynamic theory of antibiotic resistance // *System Dynamics Rev.* – 2000. – Vol. 16. – P. 287-319.
- 79 Levin G., Roberts E.B., Hirsch G.B. The persistent poppy : a computer-aided search for heroin policy. – Cambridge: Ballinger; 1975. – 229 p.
- 80 Homer J.B. A system dynamics model of national cocaine prevalence // *System Dynamics Rev.* – 1993. – Vol. 9. – P. 49-78.
- 81 Tengs T.O., Osgood N.D., Chen L.L. The cost-effectiveness of intensive national school-based antitobacco education: results from the tobacco policy model // *Prev Med.* – 2001. – Vol. 33. – P. 558-570.
- 82 Lane D.C., Monfeldt C., Rosenhead J.V. Looking in the wrong place for healthcare improvements: a system dynamics study of an accident and emergency department // *J Operational Res Soc.* – 2000. – Vol. 51. – P. 518-531.
- 83 Hirsch G., Miller S. Evaluating HMO policies with a computer simulation model // *Med Care.* – 1974. – Vol. 12. – P. 668-681.
- 84 Hirsch G.B., Killings W.R. Anew framework for projecting dental manpower requirements // *Inquiry.* – 1975. – Vol. 12. – P. 126-142.
- 85 Levin G., Roberts E.B., Hirsch G.B. et al. The Dynamics of Human Service Delivery. – Cambridge, Mass: Ballinger, 1976. – 257 p.
- 86 Homer J.B., Hirsch G.B. System dynamics modeling for public health: background and opportunities // *Am J Public Health.* – 2006. – Vol. 96. – P. 452-458.
- 87 Basu K., Gupta A. A physician demand and supply forecast model for Nova Scotia // *Cah Sociol Demogr Med.* – 2005. – Vol. 45, Issue 2-3. – P. 255-285.
- 88 Tested solutions for eliminating Canada's registered nurse shortage // https://nursesunions.ca/sites/default/files/rn_shortage_report_e.pdf. 18.03.2020.
- 89 Vanderby S.A., Carter M.W., Latham T. et al. Modelling the future of the Canadian cardiac surgery workforce using system dynamics // *J Oper Res Soc.* – 2014. – Vol. 65. – P. 1325-1335.
- 90 Lyons G.J., Duggan J. System dynamics modelling to support policy analysis for sustainable health care // *J Simulat.* – 2015. – Vol. 9. – P. 129-139.
- 91 Kunc M., Kazakov R. Competitive dynamics in pharmaceutical markets: A case study in the chronic cardiac disease market // *Journal of the Operational Research Society.* – 2013. – Vol. 64, Issue 12. – P. 1790-1799.

92 Cave S., McKelvie D., Lacey P. et al. Making an impact with system dynamics in the health and social care system // <https://systemdynamics.org.uk/wp-content/uploads/Making-an-impact-with-SD-1-HSC.pdf>. 18.03.2020.

93 Thomas I.M., Reilly S.R. Group Model Building // *Journal of Public Health Management and Practice*. – 2015. – Vol. 21. – P. 79-83.

94 Guan D., Gao W., Su W. et al. Modeling and dynamic assessment of urban economy–resource–environment system with a coupled system dynamics – geographic information system model // *Ecology Indicator Elsevier Ltd*. – 2011. – Vol. 11, Issue 5. – P. 1333-1344.

95 Приказ Министра здравоохранения Республики Казахстан. Об утверждении типовых штатов и штатных нормативов организаций здравоохранения: утв. 7 апреля 2010 года, №238 // <http://5gp.kz/docs>. 18.03.2020.

96 Демографический прогноз Республики Казахстан: основные тенденции, вызовы, практические рекомендации // https://www.akorda.kz/upload/komissiya_po_delam_zhenshin. 18.03.2020.

97 Smits M., Slenter V., Geurts J. Improving manpower planning in health care // *Proceed. of the 23rd e-conf. «eTrust: Implications for the Individual, Enterprises and Society»*. – Bled, 2010. – P. 144-154.

98 *Nursing Workforce Planning In Australia: a guide to the process and methods used by the Australian Health Workforce Committee / AHWAC*. – Sydney, 2004. – 105 p.

99 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. – Vol. 33. – P. 109-114.

100 Hall T.H. Why plan human resources for health?// *Hum Resour Dev*. – 1998. – Vol. 2, Issue 2. – P. 77-86.

101 Barer M., Stoddart G. Toward integrated medical resource policies for Canada // *Report prepared for the Federal (Provincial) Territorial Conference of Deputy Ministers of Health*. – Ontario, 1991. – Vol. 1. – P. 1-26.

102 Willis G., Cave S., Kunc M. Strategic workforce planning in healthcare: A multi-methodology approach // *European Journal of Operational Research*. – 2018. – Vol. 267. – P. 250-263.

103 Forte G.J. U.S physician workforce forecasting: a tale of two states // *Cahiers de Sociologie et de Demographie Medicales*. – 2006. – Vol. 46, Issue 2. – P. 123-148.

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

105 Marshall D.A., Burgos-Liz L., IJzerman M.J. et al. Applying dynamic simulation modeling methods in health care delivery research – the SIMULATE Checklist Report of the ISPOR Simulation Modeling Emerging Good Practices Task Force // *Value Health*. – 2015. – Vol. 18. – P. 5-16.

106 Schofield D., Mcrae I., Shrestha R. Modelling demand for medical services in Australia // *International Medical Workforce Conference*. – 2008. –

Vol. 16. – P. 1-11.

107 Schofield D., Shrestha R., Callander E. Access to general practitioner services among underserved Australians: a microsimulation study // *Hum Resour Health*. – 2012. – Vol. 10. – P. 1-6.

108 O'Brien-Pallas L. et al. Health human resource planning in home care: How to approach it - That is the question // *Healthc Pap*. – 2000. – Vol. 1, Issue 4. – P. 53-59.

109 Crisp N., Chen L. Global supply of health professionals // *N Engl J Med*. – 2014. – Vol. 6. – P. 950-957.

110 Asamani J.A., Christmals C.D., Reitsma G.M. The needs-based health workforce planning method: a systematic scoping review of analytical applications. *Health Policy and Planning*. – 2021. – Vol. 36, Issue 8. – P. 1325-1343,

111 Solutions D.C.f.H. Better health care worker demand projections: A twenty first century approach. – Washington: Bipartisan Policy Center, 2013. – 46 p.

112 Keckley P.H. et al. The Complexities of National Health Care Workforce Planning: A review of current data and methodologies and recommendations for future studies. – Washington: Bipartisan Policy Center, 2011. – 59 p.

113 Buske L. Projected physician supply // *Canadian Medical Association Journal*. – 1998. – Vol. 158. – P. 1584.

114 Birch S., Kephart G., Tomblin-Murphy G. et al. Health human resources planning and the production of health: Development of an analytical framework for needs-based health human resources planning // *Journal of Public Health Management and Practice*. – 2009. – Vol. 15, Issue 6. – P. S56-S61.

115 Ship P.J. Health personnel projections: The methods and their uses: report studies on country experiences. – Geneva, 1989. – 60 p.

116 Joyce C., McNeil J., Stoelwinder J. More doctors, but not enough: Australian medical workforce supply 2001–2012 // *Med J Aust*. – 2006. – Vol. 184. – P. 441-446.

117 Song F., Rathwell T. Stochastic simulation and sensitivity analysis // *World Health Stat Q*. – 1994. – Vol. 47. – P. 149-156.

118 Silver M.P., Hamilton A.D. et al. A systematic review of physician retirement planning // *Hum Resour Health*. – 2016. – Vol. 14. – P. 67-1-67-16.

119 Kollar E., Buyx A. Ethics and policy of medical brain drain: a review // *Swiss Med Wkly*. – 2013. – Vol. 143. – P. w13845-1-w13845-8.

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

121 Ono T., Lafortune G., Schoenstein M. Health Workforce Planning in OECD Countries: A review of 26 projection models from 18 countries. – Paris, 2013. – 130 p.

122 National Healthcare Personnel Management Policy // <http://www.rcrz.kz/files/nauka.pdf>. 07.06.2020.

123 Xu Z., Coors V. Combining system dynamics model, GIS and 3D visualization in sustainability assessment of urban residential development // *Building and Environ*. – 2012. – Vol. 47. – P. 272-287.