

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТОКА ПАЦИЕНТОВ В МЕДИЦИНСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РЕГИОНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОТРЕБНОСТИ В МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГАХ И ПРИОРИТЕТОВ ПАЦИЕНТА**Виталий Алексеевич ЛЯПИН^{a,*}, Оксана Михайловна КУЛИКОВА^b,
Елена Владимировна УСАЧЕВА^c, Алексей Алексеевич РОМАНОВ^d**

^a доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник организационно-методического отдела, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Новосибирск, Российская Федерация
v.a.liapin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9034-1727>
SPIN-код: 6336-5761

^b кандидат технических наук, доцент, научный сотрудник, Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Новосибирск, Российская Федерация
ya.aaaaa11@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9082-9848>
SPIN-код: 4095-4445

^c кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней Омского государственного медицинского университета (ОмГМУ), заведующая терапевтическим отделением Городской поликлиники № 4, Омск, Российская Федерация
elenav.usacheva@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6134-1533>
SPIN-код: 7371-9980

^d кандидат медицинских наук, главный врач Городской поликлиники № 4, Омск, Российская Федерация
romanoff74@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1152-7900>
SPIN-код: 9553-6505

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 28.03.2019
Получена в доработанном виде 19.04.2019
Одобрена 27.04.2019
Доступна онлайн 17.06.2019

УДК 614:519.8**JEL:** I10, P46**Аннотация****Предмет.** Поток пациентов в медицинских организациях региона.**Цели.** Разработка модели формирования потока пациентов в медицинских организациях региона, учитывающей приоритеты пациента при выборе способа и условий получения медицинских услуг, стадию и тяжесть течения заболевания.**Методология.** Исходные данные определены по результатам взаимодействия экспертов, опроса пациентов, анализа статистических данных и литературных источников. Для моделирования выбрано хроническое неинфекционное заболевание, характеристики которого – хорошо очерченные периоды обострения и ремиссии, четкие рекомендации по диагностике и лечению, наличие данных о приверженности пациентов лечению. Применено имитационное моделирование; использованы марковские процессы с дискретным временем.**Результаты.** Разработана имитационная модель, позволяющая прогнозировать интенсивность потока пациентов в такты времени и осуществлять планирование и использование ресурсов медицинских организаций региона. Пациенты являются агентами, способными принимать решение об обращении в соответствующие медицинские организации для получения медицинских услуг. На принятие решения каждым пациентом влияют уровень его приверженности лечению, стадия и тяжесть течения заболевания.**Выводы.** Так как интенсивность потока пациентов определяет потребность медицинских организаций в финансовых ресурсах, то на основании выполненного моделирования может быть решена задача усовершенствования ресурсного обеспечения медицинских организаций и спрогнозирована загруженность различных**Ключевые слова:** ресурсы здравоохранения,

медицинские услуги,
приверженность лечению,
приоритеты пациента,
агентное моделирование

звеньев системы здравоохранения. Разработанная модель позволяет принимать более точные и эффективные решения относительно планирования ресурсного обеспечения здравоохранения и повышения финансовой устойчивости медицинской организации.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2019

Для цитирования: Ляпин В.А., Куликова О.М., Усачева Е.В., Романов А.А. Прогнозирование потока пациентов в медицинские организации региона в зависимости от потребности в медицинских услугах и приоритетов пациента // Региональная экономика: теория и практика. – 2019. – Т. 17, № 6. – С. 1189 – 1204.
<https://doi.org/10.24891/re.17.6.1189>

Введение

В 2016 г. подушевое финансирование в региональном здравоохранении стало основой финансовой заинтересованности медицинской организации в своевременной диагностике и профилактике заболеваний у прикрепленного населения¹. При подушевом финансировании медицинская организация должна рационально и эффективно использовать имеющиеся в ее распоряжении финансовые ресурсы [1]. Так как финансовая эффективность деятельности медицинских организаций напрямую зависит от интенсивности потока пациентов, то планирование объемов оказания медицинской помощи должно быть основано на максимально точном прогнозировании интенсивности этого потока [2]. Одним из современных способов принятия решений при планировании объемов медицинской помощи является моделирование процесса².

Современное состояние системы здравоохранения³, формирование коллегиальной модели отношений «врач-пациент» обязывают постоянно

совершенствовать методы ее регуляции⁴. Так как организация медицинской помощи – это своеобразный технологический процесс, то он будет оптимальным только в том случае, когда обеспечивает достижение целевой функции оптимизации с учетом максимального количества факторов [3, 4]^{5, 6}.

При разработке региональных программ по оптимизации медицинской помощи используется множество предикторов, определяющих объемы ресурсного обеспечения с учетом численности населения и уровня заболеваемости в регионе [5]. При этом не учитываются такие характеристики, как стадия заболевания (обострение или ремиссия), тяжесть заболевания и приверженность лечению, которая, в свою очередь, определяет приоритеты пациента при возникновении потребности в получении медицинской услуги [6, 7].

Для оптимизации процесса оказания медицинской помощи необходимо сформировать математическую модель,

¹ Омирбаева Б.С. Экономические рычаги повышения качества медицинских услуг // Вестник университета «Туран». 2017. № 1. С. 227–233. URL: <http://vestnik-turan.kz/wp-content/uploads/2019/02/73-%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%E2%84%96-1-73-2017-%D0%B3.pdf>

² Пальмов С.В., Жуйкова А.А. Обзор возможностей системы имитационного моделирования FlexSim в сфере здравоохранения // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 1-1. С. 124–127. URL: <https://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/1-1-67.pdf>

³ Халикова В.А. К вопросу о медицинской этике и отношениях «врач-пациент» // Современные научные исследования и разработки. 2016. № 5. С. 201–202. URL: http://olimpiks.ru/d/1340546/d/zhurnal_konkurs_05102016_1.pdf

⁴ Дорожжикова Т.В., Крутиков В.К. Современные системные решения на базе «социального тонуса». В кн.: Научные труды Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского. Материалы докладов гуманитарных секций региональной университетской научно-практической конференции. Сер. Гуманитарные науки. Калуга: Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, 2017. С. 268–274.

⁵ Стефанин А.Л. Оптимизация организационных процессов учреждения здравоохранения на основе концепции бережливого здравоохранения. В кн.: Российская наука в современном мире. Сборник статей XIII международной научно-практической конференции. Часть 1. М.: Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2017. 276 с.

⁶ Блинов С.В., Блинова В.Ю. Оптимизация деятельности учреждения здравоохранения на основе применения ключевых показателей эффективности // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2017. № 5. С. 153–160.

учитывающую стадию, тяжесть течения заболевания, приоритеты пациента и его приверженность лечению.

Цель исследования – разработать модель формирования потока пациентов в медицинских организациях региона, учитывающую приоритеты пациента при выборе способа и условий получения медицинских услуг, стадию и тяжесть течения заболевания

Методология исследования

Исходные данные для моделирования определены по результатам взаимодействия экспертов, опроса пациентов, анализа статистических данных и литературных источников. Моделирование проведено для пациентов крупного промышленного центра Западной Сибири, прикрепленных к трем терапевтическим участкам территориальной поликлиники.

Отправной точкой для построения модели в условиях, когда анализ литературы по этой проблеме невозможен в силу отсутствия публикаций по этой теме, а приоритеты пациентов определяются множеством внешних и внутренних факторов, служило заседание врачей-экспертов, на котором принято решение о проведении моделирования на примере хронического неинфекционного заболевания, протекающего по типу обострений и ремиссий.

Из многообразия нозологических форм экспертами выбрано одно заболевание – бронхиальная астма, для которого характерны хорошо очерченные периоды обострения и ремиссии, четкие рекомендации по диагностике и лечению (ступенчатая терапия в зависимости от тяжести заболевания), наличие данных о приверженности пациентов лечению (соблюдению врачебных рекомендаций).

Проведено изучение медицинской документации и анкетирование 57 пациентов с бронхиальной астмой, прикрепленных к трем терапевтическим участкам территориальной поликлиники, у которых в какой-то момент

времени возникло обострение заболевания (табл. 1).

В течение такого хронического неинфекционного заболевания, как бронхиальная астма, выделяются две стадии – ремиссия и обострение заболевания [8, 9]. В свою очередь, обострения заболевания по степени тяжести делят на обострения легкой, средней степени тяжести и тяжелые. Для проведения моделирования пациенты с обострениями легкой степени тяжести отнесены к группе А, пациенты с тяжелым обострением и обострением средней степени тяжести объединены в одну группу – в группу Б. Данная группировка пациентов обусловлена тем, что степень тяжести обострения бронхиальной астмы определяет стратегию и объем терапии [10, 11].

Приверженность лечению оценена по опроснику (шкале) Мориски-Грина, состоящему из четырех пунктов, касающихся отношения пациента к приему препаратов. В шкале каждый пункт оценивается по принципу «Да-Нет», при этом ответ «Да» оценивается в 0 баллов, а ответ «Нет» – в 1 балл. Комплаентными (приверженными) считаются больные, набравшие 4 балла (высокий уровень приверженности). Пациенты, набравшие 2 балла и менее, считаются неприверженными (низкий уровень приверженности). Пациенты, набравшие 3 балла, считаются недостаточно приверженными и находящимися в группе риска по развитию неприверженности (средний уровень приверженности).

Для решения поставленной задачи прогнозирования потока пациентов в медицинские организации выбран метод агентного моделирования. Именно этот вариант имитационного моделирования позволяет рассматривать пациента как агента – рефлексирующую систему, поведение которой определяется внутренними знаниями и представлениями о мироустройстве.

Для моделирования вероятностей изменения действий пациентов в процессе реализации потребности в получении медицинских услуг

использованы марковские процессы с дискретным временем [12, 13].

Результаты исследования

Разработана модель, позволяющая прогнозировать интенсивность потока пациентов в такты времени через анализ медицинского поведения пациентов и факторов, влияющих на него, и осуществлять планирование и использование ресурсов, необходимых для обслуживания пациентов в медицинских организациях региона. Модель представляет взаимоотношения агентов – участников формирования потока пациентов в медицинские организации региона и представлена в виде графа возможных действий пациентов, осуществляемых в рамках их медицинского поведения, визуализирующего закономерности изменения исследуемого потока пациентов во времени (*рис. 1*).

В модель включены два класса участников:

- пациенты (количество пациентов может меняться в такты времени, динамика их изменения задается, например, с помощью генератора случайных чисел);
- медицинские организации (количество и типы медицинских организаций также могут меняться во времени).

Пациенты являются агентами, способными принимать решение об обращении в соответствующие медицинские организации для получения медицинских услуг. На принятие данного решения каждым пациентом влияет уровень его приверженности лечению (низкий, средний, высокий), стадия и тяжесть течения заболевания. На *рис. 1* пациенты задаются кружками с различной заливкой, тон которой определяет уровень приверженности к лечению i -го пациента. Стадии и тяжесть заболевания у пациентов на *рис. 1* не показаны.

В исходной точке моделируемого процесса – в стадии ремиссии хронического неинфекционного заболевания – пациент за медицинской помощью не обращается. Он не выполняет (в этом нет необходимости) или

выполняет ранее полученные рекомендации (базисная терапия в подобранных дозах) и может быть осмотрен планово в рамках профилактического посещения (диспансерного наблюдения). При обострении хронического неинфекционного заболевания формируется потребность в получении медицинской услуги, что определяет медицинское поведение пациента. Пациент в рамках медицинского поведения с учетом сформированной у него потребности в получении медицинской услуги в каждый конкретный момент времени может совершать следующие действия:

- не обращаться за медицинской услугой (пребывать в состоянии обострения заболевания и при этом не применять методы лечения, направленные на купирование обострения заболевания) – п. 1;
- обращаться к методам нетрадиционной медицины – п. 2;
- заниматься самолечением (лечиться самостоятельно с применением официально зарегистрированных лекарственных препаратов, определяя кратность и дозы лекарственных средств на основе своего личного опыта) – п. 3;
- обращаться в территориальную поликлинику – п. 4;
- госпитализироваться в стационар – п. 5;
- обращаться за неотложной помощью, то есть вызывать бригаду скорой медицинской помощи, которая применяет методы, направленные на купирование обострения заболевания – п. 6;
- выполнять рекомендации врача, данные ему на любом этапе медицинской помощи – п. 7.

На *рис. 1* приведен граф, показывающий взаимосвязи между указанными действиями пациента, и возможные направления изменения действий пациента в рамках его медицинского поведения и получения медицинских услуг по профилю заболевания с учетом стадии, тяжести течения заболевания и приверженности лечению. Чем выше уровень приверженности пациента лечению, тем

больше вероятность того, что пациент изначально выберет действия согласно пп. 4–7, то есть обратится за получением медицинской услуги в медицинскую организацию, что и будет формировать поток пациентов в медицинские организации: поликлиники, стационары, на станции скорой медицинской помощи (рис. 1).

Поведение пациента в соответствии с пп. 1–3 не сопровождается формированием потока пациентов в медицинские организации и не определяет нагрузку на медицинский персонал и расходы медицинских организаций по медицинскому обслуживанию этих пациентов. Однако у части пациентов, изначально действующих согласно пп. 1–3, с течением времени возникает утяжеление течения заболевания, при котором медицинское поведение согласно пп. 1–3 будет неэффективным и заставит пациента следовать пп. 4–7. Средняя длительность одного из действий в рамках медицинского поведения пациента согласно каждому из пунктов (п. 1–7) представлена в табл. 2.

Динамика изменения потока пациентов, обращающихся в j -ю медицинскую организацию, задается выражением:

$$\frac{\partial P_{pmoj}(t)}{\partial t} = K_{pmojt}, \quad (1)$$

где K_{pmojt} – среднее количество пациентов, обращающихся в j -е учреждение в заданный такт времени t .

В табл. 3 приведены исходные данные о пациентах при возникновении потребности в медицинской услуге, вызванной обострением хронического неинфекционного заболевания (бронхиальной астмы), в зависимости от тяжести обострения заболевания и приверженности лечению в модельные такты времени. Период моделирования – это семь тактов модельного времени, где один такт модельного времени соответствует одним суткам.

Выполним прогнозирование обращений пациентов с бронхиальной астмой, прикрепленных к трем терапевтическим участкам территориальной поликлиники.

Вероятность изменения действий пациентов группы А с низким уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Aл} = \begin{pmatrix} 0,9 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,75 & 0 & 0,2 & 0 & 0 & 0,05 & 0 \\ 0,5 & 0 & 0,45 & 0 & 0 & 0,05 & 0 \\ 0,5 & 0 & 0,45 & 0 & 0 & 0,05 & 0 \\ 0,7 & 0,1 & 0,2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,6 & 0 & 0,3 & 0,05 & 0 & 0,05 & 0 \\ 0,7 & 0,05 & 0,25 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Вероятность изменения действий пациентов группы Б с низким уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Бл} = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,05 & 0,3 & 0,1 & 0 & 0,15 & 0 \\ 0,2 & 0,05 & 0,4 & 0,1 & 0,1 & 0,15 & 0 \\ 0,2 & 0 & 0,3 & 0,1 & 0,1 & 0,2 & 0,1 \\ 0,1 & 0 & 0,1 & 0,05 & 0,1 & 0,1 & 0,55 \\ 0,3 & 0,05 & 0,3 & 0,05 & 0,1 & 0 & 0,2 \\ 0,05 & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,2 & 0,05 & 0,1 \\ 0,2 & 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Вероятность изменения действий пациентов группы А со средним уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Ас} = \begin{pmatrix} 0,2 & 0,05 & 0,3 & 0,4 & 0,05 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0,05 & 0,2 & 0,5 & 0,05 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0,05 & 0,2 & 0,2 & 0,05 & 0 & 0,3 \\ 0,2 & 0,05 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0 & 0,45 \\ 0,3 & 0 & 0,1 & 0,2 & 0 & 0 & 0,4 \\ 0,05 & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,05 & 0,1 & 0,2 \\ 0,3 & 0,1 & 0,05 & 0,3 & 0,05 & 0 & 0,2 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Вероятность изменения действий пациентов группы Б со средним уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Бс} = \begin{pmatrix} 0,1 & 0 & 0,2 & 0,3 & 0,2 & 0,1 & 0,1 \\ 0,05 & 0,05 & 0,2 & 0,3 & 0,2 & 0,1 & 0,1 \\ 0,1 & 0 & 0,2 & 0,4 & 0,1 & 0,1 & 0,1 \\ 0,1 & 0 & 0,2 & 0,05 & 0,1 & 0,1 & 0,45 \\ 0,2 & 0 & 0,1 & 0,3 & 0,05 & 0,1 & 0,25 \\ 0,1 & 0 & 0,05 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,55 \\ 0,1 & 0 & 0,05 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,55 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Вероятность изменения действий пациентов группы А с высоким уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Ав} = \begin{pmatrix} 0,05 & 0 & 0,05 & 0,4 & 0,05 & 0,05 & 0,4 \\ 0,05 & 0 & 0,05 & 0,4 & 0,05 & 0,05 & 0,4 \\ 0,05 & 0 & 0,1 & 0,5 & 0,05 & 0,05 & 0,25 \\ 0,05 & 0 & 0,1 & 0,05 & 0,05 & 0,05 & 0,75 \\ 0 & 0 & 0,1 & 0,3 & 0,05 & 0,05 & 0,5 \\ 0,05 & 0 & 0,1 & 0,3 & 0,15 & 0,05 & 0,35 \\ 0,4 & 0 & 0,05 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,25 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Вероятность изменения действий пациентов группы Б с высоким уровнем приверженности лечению задается матрицей:

$$P_{Бв} = \begin{pmatrix} 0,05 & 0 & 0,1 & 0,3 & 0,2 & 0,2 & 0,15 \\ 0,05 & 0,05 & 0,1 & 0,3 & 0,2 & 0,3 & 0 \\ 0,05 & 0 & 0,05 & 0,3 & 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,05 & 0,3 & 0,1 & 0,1 & 0,45 \\ 0 & 0 & 0,05 & 0,4 & 0,05 & 0,05 & 0,45 \\ 0 & 0 & 0,05 & 0,2 & 0,4 & 0,1 & 0,25 \\ 0,4 & 0 & 0,05 & 0,1 & 0,05 & 0,05 & 0,35 \end{pmatrix} \cdot (7)$$

Все пациенты перед возникновением потребности в медицинской услуге, то есть в начале моделирования, находятся в состоянии ремиссии, а следовательно, за медицинской помощью (услугой) не обращаются. В момент возникновения обострения заболевания пациент, в соответствии с тяжестью симптомов (тяжестью обострения заболевания) и приверженностью лечению, выполняет одно из действий, вероятность выполнения которых представлена в *табл. 4*, где наибольшая вероятность выделена жирным шрифтом. На основании полученных вероятностей выполнения действий пациентами в рамках медицинского поведения при возникновении потребности в медицинской услуге (*табл. 4*) рассчитаем интенсивность потока пациентов в исследуемые такты времени согласно прикреплению к терапевтическим участкам территориальной поликлиники. Результаты расчетов приведены в *табл. 5*.

При анализе *табл. 5* установлено, что в территориальную поликлинику при возникновении обострения заболевания, то есть при формировании потребности в медицинской услуге, в течение семи тактов времени обратится 12 пациентов (21%) из 57. В третий такт времени к терапевту первого терапевтического участка обратятся два пациента, в четвертый – три пациента. К терапевту второго терапевтического участка в пятый такт времени обратятся два пациента. К терапевту третьего терапевтического участка в шестой такт времени обратится один пациент, в седьмой такт времени – четыре пациента. Обращения по неотложной помощи, в том числе госпитализация в стационар или вызов бригады скорой медицинской помощи, в заданные семь тактов времени не

прогнозируются. Остальные 45 пациентов (79%) в течение анализируемых (первых семи) тактов времени предпочтут не обращаться в медицинские организации за медицинской услугой, а выберут методы нетрадиционной медицины или займутся самолечением. Потребность в получении медицинской услуги в медицинской организации у них возникнет позже – на восьмом и далее такте времени, что требует проведения дальнейших исследований в данном направлении.

Обсуждение

Обострение хронического неинфекционного заболевания – это всегда состояние, требующее изменения привычной терапии, в том числе получение медицинской услуги путем обращения в медицинские организации, что вызывает необходимость наличия определенных финансовых ресурсов на оказание медицинской помощи в каждый конкретный момент времени [6]. Одним из ключевых аспектов, необходимых для решения задач управления процессами оказания медицинских услуг, является прогнозирование потока пациентов в медицинские организации [3, 12]. Именно интенсивность потока пациентов определяет потребности в финансовых ресурсах с учетом необходимости обеспечения высокого качества и доступности медицинской помощи в регионе⁷.

Так как обострение хронического неинфекционного заболевания возникает не у всех пациентов одновременно, то исследования подобного типа возможно выполнить только в рамках имитационного моделирования. Именно имитационное, в данном случае – агентное, моделирование позволяет провести анализ вероятных последствий изменения интенсивности потока пациентов в зависимости от стадии, тяжести обострения заболевания, приверженности пациента лечению.

Исследования в этом направлении могут быть продолжены, причем перспективы данного

⁷ Алимбаев Е.С., Акылбеков М.Ж. Современный подход к ресурсосбережению в медицинских организациях // Актуальные научные исследования в современном мире. 2017. № 5-3. С. 103–105.

исследования заключаются в моделировании процесса на период более семи тактов времени, в применении в модели данных об уровне заболеваемости в регионе, об изменении уровня заболеваемости в зависимости от сезона года или при применении новых методов лечения заболеваний. Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанная модель может быть применена при моделировании интенсивности потока пациентов с другими заболеваниями со схожей схемой развития.

Выводы

Полученные результаты являются одним из способов повышения доступности и качества

медицинских услуг в сфере регионального здравоохранения. На основании выполненного моделирования может быть решена задача усовершенствования ресурсного обеспечения медицинских организаций, определения загруженности первичного звена здравоохранения, повышения финансовой устойчивости медицинской организации и снижения неэффективных расходов.

Разработанная модель дает возможность принимать более точные и эффективные решения относительно планирования ресурсного обеспечения здравоохранения с учетом особенностей региона, уровня заболеваемости, климатического и социально-экономического статуса региона.

Таблица 1

Исходные данные для агентного моделирования

Table 1

Baseline data for the agent-based modeling

Показатель	Терапевтический участок 1, чел.		Терапевтический участок 2, чел.	
Численность пациентов с бронхиальной астмой на терапевтических участках	20		24	
Распределение пациентов в зависимости от тяжести обострения заболевания	Группа А (2)	Группа Б (18)	Группа А (3)	Группа Б (21)
Распределение пациентов в зависимости от приверженности лечению:				
–низкая;	0	1	0	1
–средняя;	1	1	0	1
–высокая	1	16	3	19

Продолжение

Показатель	Терапевтический участок 3, чел.	
Численность пациентов с бронхиальной астмой на терапевтических участках	13	
Распределение пациентов в зависимости от тяжести обострения заболевания	Группа А (1)	Группа Б (12)
Распределение пациентов в зависимости от приверженности лечению:		
–низкая;	1	1
–средняя;	0	2
–высокая	0	9

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Средняя длительность выполнения действия в рамках медицинского поведения пациента с учетом сформированной потребности в получении медицинской услуги

Table 2

The average duration of action within the framework of the patient's medical behavior, taking into account the formed need for medical services

Показатель	Возможные действия пациента в рамках медицинского поведения						
	п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6	п. 7
Длительность выполнения действия пациентом, тактов времени	0	5	4	1	7	1	4

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Исходные данные о пациентах при возникновении потребности в медицинской услуге, вызванной обострением хронического неинфекционного заболевания (бронхиальной астмы), в зависимости от тяжести обострения и приверженности лечению в модельные такты времени

Table 3

Baseline data on patients when the need for a medical service arises caused by exacerbation of a chronic non-communicable disease (bronchial asthma), depending on the severity of exacerbation and adherence to treatment during the model time cycles

Исходные данные, чел.	Такты модельного времени						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Низкий уровень приверженности лечению</i>							
Группа А	–	–	–	–	–	1 (3)	–
Группа Б	–	–	2 (1, 3)	–	1 (2)	–	–
<i>Средний уровень приверженности лечению</i>							
Группа А	–	1 (1)	–	–	–	–	–
Группа Б	–	–	1 (1)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	–
<i>Высокий уровень приверженности лечению</i>							
Группа А	–	1 (1)	–	1 (2)	–	–	–
Группа Б	–	–	2 (1)	–	–	3 (2)	–

Примечание. В скобках указаны номера терапевтических участков.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4

Результаты расчетов вероятностей выполнения действий пациентами в рамках медицинского поведения при возникновении потребности в медицинской услуге

Table 4

The results of calculation of the likelihood of actions taken by patients within the framework of medical behavior in case of the need for a medical service

Показатели		Терапевтический	Такт времени
Тяжесть обострения заболевания	Приверженность лечению	участок	
Группа А	Низкая	3	7
Группа Б	Низкая	1	3
			4
			5
			6
			7
Группа Б	Низкая	3	3
			4
			5
			6
			7
Группа Б	Низкая	2	6
			7
Группа А	Средняя	1	3
			4
			5
			6
			7
Группа Б	Средняя	1	4
			5
			6
			7
Группа Б	Средняя	2	5
			6
			7
Группа Б	Средняя	3	6
			7
Группа Б	Средняя	3	7
Группа А	Высокая	1	3
			4
			5
			6
			7
Группа А	Высокая	2	5
			6
			7
Группа Б	Высокая	1	4
			5
			6
			7
Группа Б	Высокая	1	4
			5
			6
			7
Группа Б	Высокая	3	7
Группа Б	Высокая	3	7
Группа Б	Высокая	3	7

Продолжение

Показатели		Вероятность выполнения действия						
		п. 1	п. 2	п. 3	п. 4	п. 5	п. 6	п. 7
Тяжесть обострения заболевания	Приверженность лечению							
Группа А	Низкая	0,9	0	0,1	0	0	0	0
Группа Б	Низкая	0,4	0,05	0,3	0,1	0	0,15	0
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
Группа Б	Низкая	0,4	0,05	0,3	0,1	0	0,15	0
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
Группа Б	Низкая	0,4	0,05	0,3	0,1	0	0,15	0
		0,25	0,02	0,27	0,14	0,08	0,15	0,1
Группа А	Средняя	0,2	0,05	0,3	0,4	0,05	0	0
		0,21	0,05	0,22	0,2	0,05	0	0,29
		0,21	0,05	0,22	0,2	0,05	0	0,29
		0,21	0,05	0,22	0,2	0,05	0	0,29
		0,21	0,05	0,22	0,2	0,05	0	0,29
Группа Б	Средняя	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
Группа Б	Средняя	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
Группа Б	Средняя	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
Группа Б	Средняя	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
		0,12	0	0,15	0,23	0,09	0,09	0,33
Группа Б	Средняя	0,1	0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
Группа А	Высокая	0,05	0	0,05	0,4	0,05	0,05	0,4
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
Группа А	Высокая	0,05	0	0,05	0,4	0,05	0,05	0,4
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
		0,19	0	0,08	0,18	0,06	0,05	0,45
Группа Б	Высокая	0,05	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,15
		0,07	0	0,05	0,27	0,16	0,11	0,35
		0,07	0	0,05	0,27	0,16	0,11	0,35
		0,07	0	0,05	0,27	0,16	0,11	0,35
Группа Б	Высокая	0,05	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,15
		0,07	0	0,05	0,27	0,16	0,11	0,35
		0,07	0	0,05	0,27	0,16	0,11	0,35
Группа Б	Высокая	0,05	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,15
Группа Б	Высокая	0,05	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,15
Группа Б	Высокая	0,05	0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,15

Примечание. Указана вероятность выполнения пациентом действий в рамках медицинского поведения с учетом сформированной у него потребности в получении медицинской услуги в каждый конкретный момент времени.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 5

Результаты расчета интенсивности потока пациентов в исследуемые такты времени согласно прикреплению к терапевтическим участкам территориальной поликлиники

Table 5

The results of calculation of the patient flow intensity in the studied time intervals according to the attachment to the polyclinic district covered by a therapist

Распределение пациентов по терапевтическим участкам, чел.	Модельное время, такт						
	1	2	3	4	5	6	7
Количество пациентов, обратившихся в терапевтический участок 1	–	–	2	3	–	–	–
Количество пациентов, обратившихся в терапевтический участок 2	–	–	–	–	2	–	–
Количество пациентов, обратившихся в терапевтический участок 3	–	–	–	–	–	1	4

Источник: авторская разработка

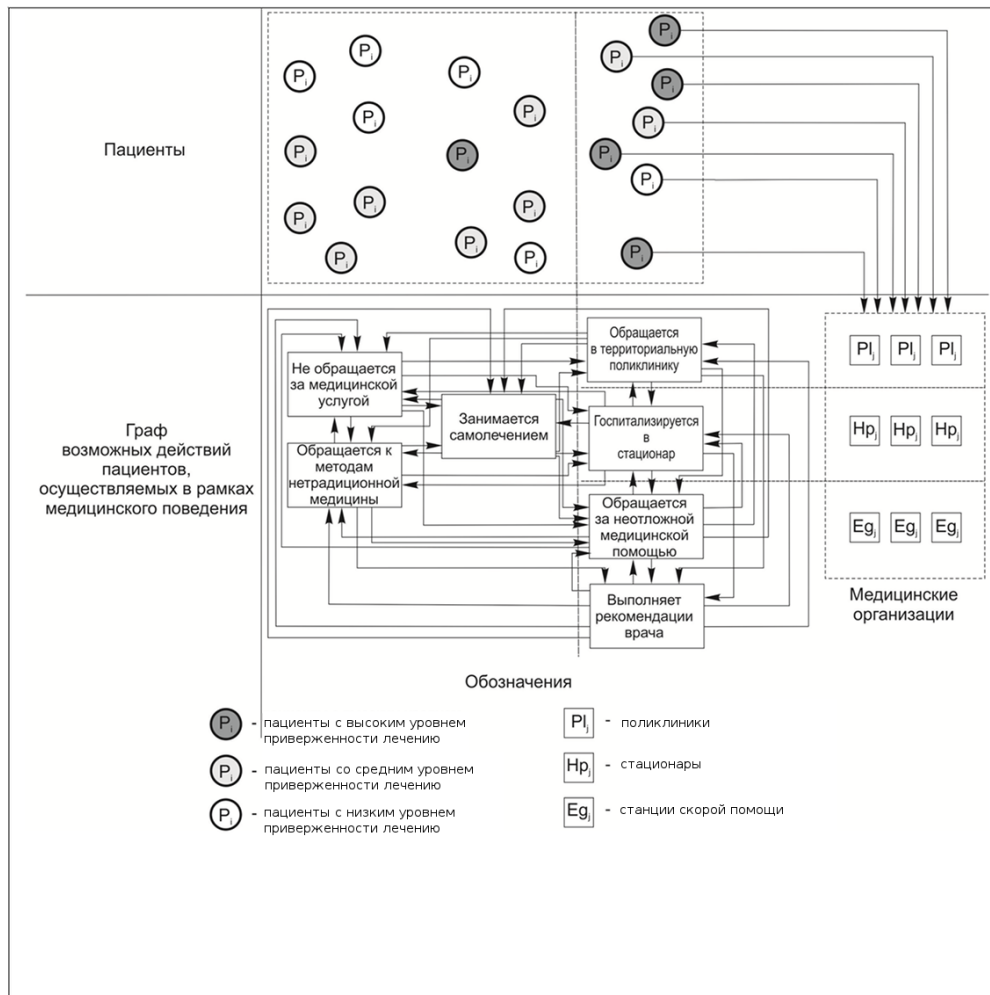
Source: Authoring

Рисунок 1

Агентная модель формирования потока пациентов

Figure 1

An agent-based model of patient flow



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Лобкова Е.В., Петриченко А.С. Управление эффективностью региональной системы здравоохранения // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16. Вып. 2. С. 274–295. URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.2.274>
2. Володина Н.П., Камышников А.И. Совершенствование управления потоками пациентов в первичной медико-санитарной помощи // Регион: государственное и муниципальное управление. 2017. № 1. URL: <http://regiongmu.ru/wp-content/uploads/2017/04/RegionGMU010109.pdf>
3. Рыбальченко И.Е., Куликова О.М. Разработка инструментария повышения результативности медицинских услуг в сфере здравоохранения РФ // Журнал правовых и экономических исследований. 2017. № 2. С. 113–118. URL: http://giefjournal.ru/sites/default/files/020._3.pdf
4. Исаков А.М. Управление развитием бюджетных организаций здравоохранения в условиях оптимизации финансовых ресурсов // Развитие территорий. 2017. № 4. С. 62–66. URL: [http://siu.ranepa.ru/Content/1236/ZHurnal_%E2%84%964\(10\).pdf](http://siu.ranepa.ru/Content/1236/ZHurnal_%E2%84%964(10).pdf)
5. Павлов К.В., Степчук М.А., Пинкус Т.М. Направления и динамика развития медицинской помощи населению Белгородской области в условиях модернизации здравоохранения // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. Вып. 1. С. 192–208. URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.1.192>
6. Пашкус Н.А., Пашкус В.Ю., Чемлякова А.Д. Соотношение качества и эффективности медицинских услуг как фактор конкурентоспособности организаций здравоохранения // Маркетинг МВА. Маркетинговое управление предприятием. 2017. Т. 8. № 2. С. 136–152. URL: <https://www.marketing-mba.ru/vypuski-zhurnala/book/40-vypusk-2017-2/1-default-category>
7. Драпкина О.М., Ливзан М.А., Мартынов А.И. и др. Первый российский консенсус по количественной оценке приверженности к лечению: основные положения, алгоритмы и рекомендации // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2018. Т. 13. № 1. С. 259–271. URL: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2018.13039>
8. Бродская О.Н. Бронхиальная астма с частыми обострениями: факторы риска и меры профилактики // Практическая пульмонология. 2016. № 3. С. 11–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/bronhialnaya-astma-s-chastymi-obostreniyami-factory-riska-i-mery-profilaktiki>
9. Урясьев О.М., Коршунова Л.В., Куликов С.А., Волкова О.В. Бронхиальная астма: от Гиппократ до наших дней // Земский врач. 2017. № 1. С. 17–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/bronhialnaya-astma-ot-gippokrata-do-nashih-dney>
10. Карапетян С.Б. Бронхиальная астма в работе врача общей практики // Справочник врача общей практики. 2017. № 10. С. 10–24.
11. Крючкова А.В., Семенина Н.М., Кондусова Ю.В. и др. Сравнительное исследование приверженности лечению больных хронической обструктивной болезнью легких и бронхиальной астмой // Научный медицинский вестник. 2016. № 1. С. 30–36. URL: <http://ucom.ru/doc/nm.2016.01.037.pdf>

12. Куликова О.М. Оптимизация процессов планирования и использования ресурсов в сфере здравоохранения РФ // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2016. № 4. С. 27–32.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/optimizatsiya-protseessov-planirovaniya-i-ispolzovaniya-resursov-v-sfere-zdravoohraneniya-rf>
13. Грицюк Е.М., Дугина Е.А., Гольдштейн С.Л., Блохина С.И. О ресурсно-результативном потенциале медицинского учреждения // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. № 4. С. 69–73. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/o-resursno-rezultativnom-potentsiale-me-ditsinskogo-uchrezhdeniya>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

FORECASTING THE FLOW OF PATIENTS TO MEDICAL ORGANIZATIONS IN THE REGION DEPENDING ON THE PATIENT'S NEEDS IN MEDICAL SERVICES AND PRIORITIES

Vitalii A. LYAPIN ^{a,*}, Oksana M. KULIKOVA ^b, Elena V. USACHEVA ^c, Aleksei A. ROMANOV ^d

^a Novosibirsk Research Hygiene Institute of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Novosibirsk Research Hygiene Institute of Rospotrebnadzor), Novosibirsk, Russian Federation
v.a.liapin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9034-1727>

^b Novosibirsk Research Hygiene Institute of the Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Novosibirsk Research Hygiene Institute of Rospotrebnadzor), Novosibirsk, Russian Federation
ya.aaaaa11@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9082-9848>

^c Omsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (OmSMU MOH Russia), Omsk, Russian Federation
elenav.usacheva@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-6134-1533>

^d Municipal Polyclinic № 4, Omsk, Russian Federation
romanoff74@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1152-7900>

* Corresponding author

Article history:

Received 28 March 2019
Received in revised form
19 April 2019
Accepted 27 April 2019
Available online
17 June 2019

JEL classification: I10, P46

Keywords: health care
resources, medical services,
treatment adherence, patient's
priorities, agent-based model

Abstract

Subject This article deals with the issues of formation of and changes in the flow of patients to the medical organizations of the region.

Objectives The article aims to develop a model of patient flow formation in medical organizations of the region, which takes into account the patient's priorities in choosing the method and conditions of medical services, and the disease stage and severity.

Methods The initial data of the research are determined on the basis of expert information, patient interviews, and a statistical data and literature sources analysis. A chronic non-communicable disease has been selected for simulation. For the study, we used simulation and Markov processes with discrete time.

Results The article presents a developed simulation model, which can help predict the patient flow intensity in time cycles and plan and use resources of medical organizations of the region.

Conclusions The flow rate of patients determines the need of medical organizations in financial resources. On the basis of the performed modeling, the problem of improvement of funding of medical organizations can be solved and the workload of various parts of the health care system can be predicted. The developed model contributes to making more precise and effective decisions concerning the planning of resource supply of health care and improving the financial stability of the medical organization.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2019

Please cite this article as: Lyapin V.A., Kulikova O.M., Usacheva E.V., Romanov A.A. Forecasting the Flow of Patients to Medical Organizations in the Region Depending on the Patient's Needs in Medical Services and Priorities. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2019, vol. 17, iss. 6, pp. 1189–1204.
<https://doi.org/10.24891/re.17.6.1189>

References

1. Lobkova E.V., Petrichenko A.S. [Managing the effectiveness of the regional health system]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2018, vol. 16, iss. 2, pp. 274–295. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.2.274>
2. Volodina N.P., Kamyshnikov A.I. [Improvement of management of flows of patients in primary health care]. *Region: gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie*, 2017, no. 1. (In Russ.) URL: <http://regiongmu.ru/wp-content/uploads/2017/04/RegionGMU010109.pdf>
3. Rybal'chenko I.E., Kulikova O.M. [Development of tools to improve efficiency of medical services in health care sphere in Russian Federation]. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy = Journal of Legal and Economic Studies*, 2017, no. 2, pp. 113–118. URL: http://giefjournal.ru/sites/default/files/020._3.pdf (In Russ.)
4. Isakov A.M. [Management of the development of budgeting organizations of public health in the conditions of optimization of financial resources]. *Razvitie territorii = Territory Development*, 2017, no. 4, pp. 62–66. URL: [http://siu.ranepa.ru/Content/1236/ZHurnal_%E2%84%964\(10\).pdf](http://siu.ranepa.ru/Content/1236/ZHurnal_%E2%84%964(10).pdf) (In Russ.)
5. Pavlov K.V., Stepchuk M.A., Pinkus T.M. [Medical support to population: Lines and dynamics of development under public health service modernization: Evidence from the Belgorod Oblast]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2017, vol. 15, iss. 1, pp. 192–208. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.1.192>
6. Pashkus N.A., Pashkus V.Yu., Chemlyakova A.D. [Correlation of quality and effectiveness of medical services as a factor of competitiveness of health care organizations]. *Marketing MBA. Marketingovoe upravlenie predpriyatiem*, 2017, vol. 8, iss. 2, pp. 136–152. (In Russ.) URL: <https://www.marketing-mba.ru/vypuski-zhurnala/book/40-vypusk-2017-2/1-default-category>
7. Drapkina O.M., Livzan M.A., Martynov A.I. et al. [The first Russian expert consensus on the quantitative evaluation of the treatment adherence: pivotal issues, algorithms and recommendations]. *Meditinskii vestnik Severnogo Kavkaza = Medical News of the North Caucasus*, 2018, vol. 13, iss. 1, pp. 259–271. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2018.13039>
8. Brodskaya O.N. [Frequent asthma exacerbations: risk factors and prevention]. *Prakticheskaya pul'monologiya = Journal of Practical Pneumology*, 2016, no. 3, pp. 11–19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/bronhialnaya-astma-s-chastymi-obostreniyami-factory-riska-i-mery-profilaktiki> (In Russ.)
9. Uryas'ev O.M., Korshunova L.V., Kulikov S.A., Volkova O.V. [Bronchial asthma: from Hippocrates to the present day]. *Zemskii vrach = Zemsky Doctor*, 2017, no. 1, pp. 17–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/bronhialnaya-astma-ot-gippokrata-do-nashih-dney> (In Russ.)
10. Karapetyan S.B. [Asthma in the practice of a general practitioner]. *Spravochnik vracha obshchei praktiki = Guide of General Practitioner*, 2017, no. 10, pp. 10–24. (In Russ.)
11. Kryuchkova A.V., Semynina N.M., Kondusova Yu.V. et al. [Comparative study of treatment adherence of patients with chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma]. *Nauchnyi meditsinskii vestnik = Scientific Medical Bulletin*, 2016, no. 1, pp. 30–36. URL: <http://ucom.ru/doc/nm.2016.01.037.pdf> (In Russ.)

12. Kulikova O.M. [Optimization of planning processes and use of resources in the field of health of the Russian Federation]. *Vestnik Sibirskogo instituta biznesa i informatsionnykh tekhnologii* = *Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies*, 2016, no. 4, pp. 27–32. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/optimizatsiya-protssessov-planirovaniya-i-ispolzovaniya-resursov-v-sfere-zdravoohraneniya-rf> (In Russ.)
13. Gritsyuk E.M., Dugina E.A., Gol'dshtein S.L., Blokhina S.I. [About the resource and productive potential of a medical institution]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke* = *Health & Education Millennium*, 2017, vol. 19, no. 4, pp. 69–73. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/o-resursno-rezultativnom-potentsiale-me-ditsinskogo-uchrezhdeniya> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.