

**Д.В. ГАВРИЛОВ,**

эксперт по медицине, ООО «К-Скай», г. Петрозаводск, Россия, e-mail: dgavrilov@webiomed.ai, ORCID: 0000-0002-8745-857X

**А.В. КИРИЛКИНА,**

заместитель главного врача по медицинской части, ГБУЗ РК «Республиканская инфекционная больница», г. Петрозаводск, Россия, e-mail: kirilkinaa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-0400-8750

**Л.М. СЕРОВА,**

к.т.н., эксперт в области IT и математического моделирования социальных процессов, ООО «К-Скай», г. Петрозаводск, Россия, e-mail: lserova@webiomed.ai, ORCID: 0000-0001-6259-2492

## АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДОЗРЕНИЯ НА НОВУЮ КОРОНАВИРУСНУЮ ИНФЕКЦИЮ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СИМПТОМОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ

УДК: 004.896

DOI: 10.37690/1811-0193-2020-4-51-58

Гаврилов Д.В.<sup>1</sup>, Кирилкина А.В.<sup>2</sup>, Серова Л.М.<sup>1</sup> Алгоритм формирования подозрения на новую коронавирусную инфекцию на основе анализа симптомов для использования в системах поддержки принятия врачебных решений (ООО «К-Скай», г. Петрозаводск, Россия; <sup>2</sup>ГБУЗ РК «Республиканская инфекционная больница», г. Петрозаводск, Россия)

**Аннотация.** Течение пандемии COVID-19 накладывает значительную нагрузку на системы здравоохранения, в том числе на первичное звено, когда необходимо правильно заподозрить и определить дальнейшую тактику. Неспецифичность симптомов и разносторонность проявлений COVID-19 накладывают трудности для выявления подозрения на данное заболевание. Для улучшения определения COVID-19 потенциально могут быть полезны симптом-чекеры и системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) с рекомендациями врачу для определения тактики ведения. Анализ научной литературы показывает многогранность проявлений и частоту встречаемости COVID-19. Взяв за основу этот анализ, мы структурировали проявления по частоте встречаемости, классифицировали их как «большие» и «малые». Были определены правила их взаимодействий для расчёта уровня подозрения на COVID-19. Каждому уровню подозрения были разработаны рекомендации по тактике ведения пациента. Для определения симптомов COVID-19 в неструктурированных текстах электронных медицинских карт были обучены модели NLP. Точность моделей по метрике F-мера составила от 84,6% до 96,0%. Таким образом, был разработан алгоритм выявления подозрения на COVID-19, который потенциально может быть использован в симптом-чекерах и СППВР для помощи врачам по определению COVID-19 и поддержки принятия тактических действий.

**Ключевые слова:** COVID-19, определение симптомов, машинное обучение, алгоритм подозрения на COVID-19, системы поддержки принятия врачебных решений.

UDC: 004.896

Gavrilov D.V.<sup>1</sup>, Kirilkina A.V.<sup>2</sup>, Serova L.M.<sup>1</sup> Algorithm for forming a suspicion of a new coronavirus infection based on the analysis of symptoms for use in medical decision support systems (K-Sky LLC, Petrozavodsk, Russia; <sup>2</sup>Republican Infectious Diseases Hospital, Petrozavodsk, Russia)

**Abstract.** The course of the COVID-19 pandemic imposes a significant burden on healthcare systems, including on primary care, when it is necessary to correctly suspect and determine further management. The symptoms non-specificity and the manifestations versatility of the COVID-19 impose difficulties in identifying suspicions. To improve the definition of COVID-19 symptom checkers and medical decision support systems (MDSS) can potentially be useful. They can give recommendations for determining the disease management.

The scientific analysis shows the manifestations versatility and the occurrence frequency COVID-19. We structured the manifestations by occurrence frequency, classified them as "large" and "small". The rules for their interaction were determined to calculate the level of suspicion for COVID-19. Recommendations on patient management tactics were developed for each level of suspicion. NLP models were trained to identify the symptoms of COVID-19 in the unstructured texts of electronic health records. The accuracy of the models on the F-measure metric ranged from 84.6% to 96.0%. Thus, a COVID-19 prediction method was developed, which can be used in symptom checkers and MDSS to help doctors determine COVID-19 and support tactical actions.

**Keywords:** COVID-19, symptom detection, machine learning, COVID-19 suspicion algorithm, clinical decision support systems.

**АКТУАЛЬНОСТЬ**

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), на октябрь 2020 г. число зараженных коронавирусной инфекцией в мире превысило 40,6 млн., более 1,1 млн. умерли [1]. Аналогичные данные представляет университет Джонса Хопкинса: всего в мире заразились свыше 41,1 млн. человек, из них более 1,1 млн. скончались [2]. Пандемия COVID-19 распространяется быстро и повсеместно, и несмотря на 10-месячное развитие болезни прогнозируется дальнейшее ускорение масштабов ее распространения. При этом многообразные клинические проявления этого заболевания остаются не специфичными, что вызывает трудности для диагностики и противоэпидемической работы [3]. Таким образом, разносторонняя клиническая картина в сочетании с проблемами надежности лабораторной диагностики приводят к трудностям определения диагностический критериев и проведения дифференциального диагноза. При симптомах острой респираторной вирусной инфекции, в том числе COVID-19, врачами первого контакта являются врачи и фельдшеры скорой медицинской помощи, терапевты, врачи общей практики и приемных отделений больниц. Для врача в данной ситуации главной задачей является раннее выявление пациентов с симптомами, характерными для COVID-19, оценка степени тяжести заболевания, проведение дифференциальной диагностики с другими заболеваниями, определение показаний к госпитализации и выбор тактики

ведения. При этом необходимо получить и точно проанализировать имеющиеся симптомы для подозрения на COVID-19.

Пандемия COVID-19 способствовала разработке различных способов организации диагностического процесса при помощи информационных технологий, прежде всего связанных с телемедициной и симптом-чекерами. Так, врачам первичного звена Великобритании было рекомендовано проведение заочных консультаций по телефону или видеосвязи, обращая внимание на симптомы возможной пневмонии и рекомендации госпитализации при наличии проявлений среднетяжелого и тяжелого течения болезни или при наличии свидетельства об ухудшении состояния пациента [4].

Системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) имеют большие перспективы для улучшения качества оказания медицинской помощи через встраивание в медицинские информационные системы (МИС) [5]. СППВР объединяют информацию из электронных медицинских карт (ЭМК), данные медицинских справочников и результаты последних медицинских исследований для формирования подсказок врачу по тактике ведения пациента, в т.ч. с целью сокращения врачебных ошибок [6]. Автоматический анализ разносторонних симптомов COVID-19 потенциально можно использовать в СППВР для улучшения диагностического процесса и тактики ведения, определения пациентов высокого риска тяжелого течения COVID-19 и тем самым улучшения в управлении новой коронавирусной инфекцией.

Таблица 1

**Классификация случаев COVID-19 ВОЗ**

<i>Вид случая</i>	<i>Характеристика</i>
Подтвержденный случай COVID-19	наличие лабораторного подтверждения заболевания, независимо от наличия/отсутствия клинических признаков и симптомов
Подозреваемый случай	а) пациент с острым респираторным заболеванием, без какой-либо другой этиологии, которая полностью объясняет клиническую картину, но при наличии в анамнезе поездок или проживания в стране, районе или территории с локальной передачей COVID-19 в течение 14 дней до появления симптомов; б) пациент с любым острым респираторным заболеванием, который был в контакте с подтвержденным или вероятным случаем заболевания COVID-19 в течение 14 дней до появления симптомов; в) пациент с тяжелой острой респираторной инфекцией (лихорадка или, по меньшей мере, один признак респираторного заболевания, например, кашель или одышка), при которой требуется госпитализация, но в отсутствие другой этиологии, которая полностью объясняет клиническую картину
Вероятный случай	предполагаемый случай COVID-19, если лабораторные исследования не дали окончательных результатов, а также подозрительный случай, при котором по какой-либо причине невозможно провести тестирование



## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

Изначально имелось представление, что симптомы новой коронавирусной инфекции схожи с симптомами острых респираторных вирусных инфекций (ОРВИ) верхних дыхательных путей. В ходе развития пандемии были уточнены прежние и появились новые симптомы COVID-19. У большинства зараженных (около 80%) заболевание носит малосимптомный или бессимптомный характер [7].

Для описания проявлений COVID-19 был разработан ряд регламентирующих документов. Для определения случая болезни COVID-19 в апреле 2020 г. ВОЗ рекомендовала использовать классификацию случаев, представленную в *таблице 1* [8]:

25 марта 2020 г. ВОЗ для учета случаев COVID-19 рекомендованы критерии диагностики и коды COVID-19 по Международной классификации болезней 10-го пересмотра. Данные коды приняты в РФ 08.04.2020 Распоряжением Минздрава России (МЗ РФ) от 08.04.2020 № 13-2/И/2-4335 «О кодировании коронавирусной инфекции, вызванной COVID-19». Приведенные ВОЗ «критерии» предназначены для популяционного выявления и учета случаев болезни. И эти подходы не полностью совпадают с подходами для диагностирования COVID-19 у конкретного индивидуума.

В отличие от ВОЗ, МЗ РФ дополнительно выделяет другие случаи, требующие обследования на COVID-19. Данные случаи рассматривают при обращении в медицинские учреждения лиц без признаков поражения дыхательной системы при наличии следующих данных эпидемиологического анамнеза:

- возвращение из зарубежной поездки за 14 дней до обращения;
- наличие тесных контактов за последние 14 дней с лицами, находящимися под наблюдением по инфекции, вызванной новым коронавирусом SARS-CoV-2, которые в дальнейшем заболели;
- наличие тесных контактов за последние 14 дней с лицами, у которых лабораторно подтвержден диагноз COVID-19;
- работа с лицами, у которых выявлен подозрительный или подтвержденный случай заболевания COVID-19.

ВОЗ декларирует, что наиболее распространенными проявлениями COVID-19 являются повышение температуры тела, утомляемость и сухой кашель; могут отмечаться различные боли,

заложенность носа, насморк, фарингит или диарея. У многих инфицированных лиц не возникает каких-либо симптомов или плохого самочувствия. Примерно в 1 из 6 случаев COVID-19 возникает симптоматика дыхательной недостаточности. По мере получения новой информации о COVID-19 помимо поражения легких, были описаны симптомы – диарея, миалгия, миокардит, почечная и сердечная недостаточность, повреждение печени, сепсис, полиорганная недостаточность. Клинические проявления COVID-19 могут варьировать в зависимости от возраста пациента, состояния иммунной системы, наличия сопутствующих заболеваний, выраженности проявлений (от минимальных до полиорганной недостаточности). Течение COVID-19 неспецифично и похоже на течение других респираторных заболеваний. Некоторым отличием COVID-19 может быть лихорадка (43,8–98,6% по разным источникам), плохо купируемая обычными противовоспалительными и жаропонижающими препаратами в течение нескольких дней, длительность которой при тяжелом течении может достигать 13 дней. Хотя, субфебрилитет или нормальная температура тела может быть как при легком, так и тяжелом течении.

Многие исследователи описывают варианты симптомов COVID-19, в том числе в различных популяционных группах. Чаще всего преобладают такие симптомы, как повышение температуры тела, кашель, одышка, характерные для группы острых респираторных вирусных инфекций. Реже наблюдаются миалгия, диарея, головная боль, тошнота и рвота [9, 10].

При анализе публикаций, на начальном этапе заболевания частота кашля (сухого или с небольшим количеством мокроты) составляет 59,4–82,0%, одышки – 31–55%, миалгии – 34–44%, общей слабости, утомляемости и усталости – 69%, кровохарканья – 5%, диареи – 2–10%, ринореи – 4%, боли в горле – 5%, тошноты и рвоты – 1–3% [8, 9].

Множественные клинические наблюдения и аналитические сообщения показывают, что COVID-19 имеет труднопредсказуемое течение со множеством респираторных и других симптомов с разной степенью выраженности, быстро развивающиеся осложнения [11, 12].

Постоянно происходит детализация и уточнение симптомов COVID-19, их появление в публикуемых Рекомендациях. Исследователи Carol H. Yap и др. описывают потерю вкуса и обоняния как довольно отличительный симптом COVID-19.





Отмечалось, что 68% пациентов с положительным тестом на COVID-19 (у 40 из 59) возникло нарушение обоняния, а у 71% (42 из 59 человек) – нарушение вкуса, тогда как среди 203 человек из контрольной группы (негативная ПЦР на SARS-CoV-2) только 16% имели потерю обоняния и 17% имели потерю вкуса. Американский CDC привел данные по тестированию на COVID-19: из 5000 человек, которые отмечали симптомы заболевания, 750 (16%) отмечали потерю обоняния или вкуса [13]. Таким образом, потеря обоняния и вкуса являются специфичными проявлениями COVID-19.

Данные о клинических проявлениях COVID-19 также были получены в результате анализа мобильного приложения COVID Symptom Tracker. Были проанализированы данные 400 000 человек, которые указывали 1 или несколько симптомов. В результате потерю обоняния или вкуса имели 18%, лихорадку – 10% и усталость – 53%. У 1702 был проведен тест на COVID-19. Из них у 579 тест был положительным. Потеря обоняния или вкуса наблюдалась у 59% с положительным результатом теста, а у лиц с отрицательным результатом теста этот показатель составил только 18% [14].

Исследователи из США Gadiel R. Alvarado и др. проанализировали вспышку COVID-19 у 736 из 4085 моряков с 31 марта по 15 апреля 2020 г, возникшую на авианосце «Теодор Рузвельт». Эта вспышка имеет ряд особенностей: средний возраст моряков составил 25 лет, тесные контакты из-за территориальной ограниченности, тотальное тестирование моряков на коронавирусную инфекцию и пристальное наблюдение в изоляции в течение 14 дней. В результате 590 (80,2%) имели какие-либо

симптомы, 146 (19,8%) – были бессимптомными. Среднее время появления симптомов составило 7 (5–11) дней. Наиболее частыми симптомами были: кашель в 45,1%, простуды (заложенность носа, ринорея, чихание) в 52,5%, потеря обоняния в 37,4%, головная боль в 34,2%, потеря вкуса в 31,4%. Обращает внимание, что ранее часто описываемые симптомы COVID-1, такие как лихорадка и слабость, встречались только в 7,5 и 5,4% соответственно [15].

## **АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДОЗРЕНИЯ НА COVID-19**

### **Этап 1. Определение симптомов COVID-19**

На основании проведенного анализа данных литературы выделены симптомы COVID-19, структурированы по частоте встречаемости. За основу разработки симптом-чекера COVID-19 для СППВР Webiomed были взяты симптомы из Временных методических рекомендаций 8 пересмотра МЗ РФ, ВОЗ [3], а также данных анализируемой литературы. Условно все симптомы по критерию частоты встречаемости были разделены на большие (встречаемость в более 40% случаев) и малые (встречаемость в менее, чем 40% случаев). Список симптомов представлен в *таблице 2*.

### **Этап 2. Создание модели для извлечения симптомов COVID-19 из электронных медицинских карт**

В современных ЭМК большая часть медицинских документов, включая протоколы врачебных осмотров, хранится в виде неструктурированных текстовых записей. Для того, чтобы извлекать из

*Таблица 2*

**Симптомы COVID-19 и их встречаемость**

Описание групп симптомов	«Большие» симптомы	«Малые» симптомы
Встречаемость	более 40%	менее 40%
Описание	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышение температуры тела более 37.5 °С</li> <li>2. Кашель</li> <li>3. Одышка</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Утомляемость</li> <li>2. Заложенность в грудной клетке</li> <li>3. Миалгия</li> <li>4. Спутанность сознания</li> <li>5. Головные боли</li> <li>6. Кровохарканье</li> <li>7. Диарея</li> <li>8. Сатурация ≤ 95%</li> <li>9. Аносмия</li> <li>10. Конъюнктивит</li> <li>11. Кожная сыпь</li> </ol>



таких записей признаки COVID-19, была создана модель машинного обучения с использованием методов Natural Language Processing (NLP).

Для создания модели был использован банк обезличенных электронных медицинских записей, собранный в централизованной информационной системе Webiomed. DataSet. На момент создания модели к системе Webiomed. DataSet было подключено свыше 20 медицинских организаций из 8 субъектов РФ, база данных содержала 53 млн. обезличенных медицинских документов по 1,8 млн. пациентов. Из этой базы данных были отобраны 11 243 первичных врачебных осмотров пациентов в возрасте от 30 до 80 лет с установленным диагнозом ОРВИ (коды МКБ-10: J00-J06) или пневмония (коды МКБ-10: J12 – J18.9).

В отобранных документах врачебных осмотров содержались неструктурированные записи о жалобах пациента, объективные данные осмотра, клинический диагноз и другие поля. Была осуществлена разметка отобранных записей, в которых были отмечены искомые признаки (симптомы).

Для создания модели извлечения симптомов использован метод распознавания именованных объектов Named Entity Recognition (NER). Этот метод применяется для разметки и классификации именованных в тексте частей – классов. В случае признаков COVID-19 классами являлись различные количественные и качественные параметры, а именно симптомы и их значения. Для создания моделей NER классификации использовался фреймворк с открытым исходным кодом для обработки естественного языка (NLP) – «SpaCy»,

написанный на Python, и выполняющий токенизацию, разметку частей речи (PoS) и разбор зависимостей [16]. В результате работы была создана модель, умеющая извлекать 9 признаков, перечень которых представлен в *таблице 3*.

Для оценки качества моделей используются различные алгоритмы оценки, но для задач NER, как правило, используются метрики: precision – точность; recall – полнота; F1 – среднее гармоническое точности и полноты. В связи с успешным применением данного подхода для извлечения любой информации была достигнута договоренность, что SOTA NER (наилучшее значение метрик) считается, когда F1 больше 0,85. В обученных моделях F-мера составила от 84,6% до 96,0%, Точность от 82,60% до 97,43% и Полнота от 80,95% до 100% для различных признаков.

В ряде случаев признаки имели мало вариантов написания или же употреблялись в текстах очень редко. Для извлечения таких признаков был использован метод Rule based. Но его основе определялись еще 5 признаков COVID-19, представленных в *таблице 4*.

В итоге было обеспечено извлечение суммарно 14 симптомов COVID-19 на основании текстовой записи о жалобах пациентов и объективных данных осмотра, которые показали высокую точность при обработке неструктурированной ЭМК.

Модель извлечения признаков и решающие правила были интегрированы в веб-сервис «симптом-чекера», который затем использовался в работе системы поддержки принятия врачебных решений Webiomed. Пример работы извлечения признаков

Таблица 3

### Перечень симптомов COVID-19, извлекаемых моделью NLP на основе NER SpaCy

№	Признак	Число упоминаний признака в размеченных врачебных осмотрах	Точность (Precision) %	Полнота (Recall) %	F-мера (F1) %
1	Заложенность в груди	66	83.33	100.0	90.90
2	Слабость	321	82.60	88.37	85.39
3	Боль в мышцах	89	92.30	100.0	96.0
4	Диарея	74	93.75	83.33	88.23
5	Головная боль	198	94.44	85.0	89.47
6	Кашель	231	84.61	84.61	84.61
7	Конъюнктивит	249	97.43	93.82	95.59
8	Сатурация	203	97.14	80.95	88.31
9	Температура	327	89.79	88.0	88.88





Таблица 4

**Описание правил для извлечения симптомов COVID-19 методом RuleBased**

Признак	Формирование правила	
	Сначала осуществляется в текстовой строке поиск слов, а также другие формы этих слов:	После чего ищутся слова отрицания:
1. Спутанность сознания	1. Ступор 2. Сопор 3. Сонливость	"нет", "отрицает", "не беспокоит" около найденного слова. В случае если отрицания нет, признак считается найденным.
2. Одышка	1. Одышка	
3. Аносмия	1. Снижение обоняния 2. Потеря обоняния 3. Изменение обоняния 4. Отсутствие обоняния	
4. Поражения кожи	1. Сыпь на коже 2. Кожные высыпания	
5. Кровохарканье	1. Кровохарканье 2. Мокрота с кровью 3. Если модель spaCy нашла признак «кашель», то в найденной подстроке ищется слово кровь и его производные.	

из медицинских неструктурированных текстов в режиме веб-интерфейса представлен на рис. 1.

**Этап 3. Риск стратификация пациентов с COVID-19 на основе решающих правил в СППВР**

Оцененные симптомы COVID-19 были стратифицированы по 3 уровням подозрений на новую коронавирусную инфекцию, и на основании встречаемости и мнения врачей экспертов

выстроены правила взаимодействия симптомов (см. таблицу 5).

Все описанные симптомы были введены в программу «решающих правил» СППВР, которая учитывает различное множество признаков и определяет взаимодействие введенных признаков. Программа для определения на подозрение COVID-19 учитывала симптомы, уровень значений симптомов, а также временную длительность оценки выявленных симптомов (см. рис. 2). Прописанные правила

Текст для анализа:

Жалобы на кашель с трудноотделяемой мокротой, боль в горле, общую слабость, отмечает боль в эпигастрии. Температура - 37,0 С. Общее состояние удовлетворительное. Нормостенического телосложения, удовлетворительного питания рост 168 вес 63. Кожные покровы обычной окраски. Зев- отёчен, гиперемирован. Миндалины гиперемированы, гипертрофированы. Периферические лимфатические узлы не пальпируются Грудная клетка правильной формы. Над легкими перкуторный легочной звук, дыхание везикулярное, хрипов нет. ЧДД 16 в 1 минуту. Границы сердечной тупости в норме. Деятельность сердца ритмичная, тоны ясные. ЧСС 74 ударов в 1 минуту. АД 120/80 мм рт ст. |

Выявленные признаки		
НАЗВАНИЕ ПРИЗНАКА	ЗНАЧЕНИЕ	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
Кашель	True	–
Утомляемость	True	–
Рост	168.0	см
Вес	63.0	кг
Частота дыхания	16.0	в минуту
Частота сердечных сокращений (ЧСС)	74.0	ударов в минуту
Систолическое АД	120.0	мм.рт.ст.
Диастолическое АД	80.0	мм.рт.ст.
Температура тела	37.0	С

**Рис. 1. Пример извлечения признаков из неструктурированного медицинского текста моделями NLP**



Таблица 5

**Уровни подозрения на COVID-19**

Уровень подозрения	Взаимодействие симптомов
Отсутствует подозрение на COVID-19	Имеется 1 большой или малый симптом, или симптомы отсутствуют
Подозрение на COVID-19	Имеется 1 большой и один малый или 2 малых
Вероятен COVID-19	Имеется 2 и более больших или 3 малых

РЕШАЮЩИЕ ПРАВИЛА НА ПРИЗНАКАХ (ПРИНЦИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ ПРАВИЛАМИ АПРИОРИ - ИЛИ)

№	SUBJECT	ОПЕРАЦИЯ	ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ	КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ ОТ ДАТЫ ЗАПРОСА
<b>Температура тела (body_temperature/°f/°c) eq 37.5</b>				
1	Температура тела (body_temperatur...	Больше	37.5	14
<b>Кашель (cough/bool) eq 1</b>				
2	Кашель (cough/bool)	Равно	1	14
<b>Одышка (breath_shortness/bool) eq 1</b>				
3	Одышка (breath_shortness/bool)	Равно	1	14
<b>Утомляемость (fatigue/bool) eq 1</b>				
4	Утомляемость (fatigue/bool)	Равно	1	14
<b>Заполненность в грудной клетке (chest_congestion/bool) eq 1</b>				
5	Заполненность в грудной клетке (ch...	Равно	1	14
<b>Миалгия (myalgia/bool) eq 1</b>				
6	Миалгия (myalgia/bool)	Равно	1	14
<b>Спутанность сознания (confusion/bool) eq 1</b>				
7	Спутанность сознания (confusion/b...	Равно	1	14
<b>Головная боль (headache/bool) eq 1</b>				
8	Головная боль (headache/bool)	Равно	1	14
<b>Кровохарканье (hemoptysis/bool) eq 1</b>				
9	Кровохарканье (hemoptysis/bool)	Равно	1	14

Рис. 2. Вид программы «решающих правил» с введенными симптомами COVID-19

взаимодействия симптомов были введены в программу «решающих правил» для расчёта подозрения на COVID-19.

**Этап 4. Формирование рекомендаций по тактике ведения пациента**

На основании полученных уровней подозрения разработаны рекомендации для практических действий медицинского персонала, участвующего в диагностике COVID-19 (таблица 6). Таким образом, составлен алгоритм подозрения на COVID-19

на 14 симптомах заболевания, с правилами их взаимодействия и определением уровня подозрения на данное заболевание.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Предложенный алгоритм анализа симптомов новой коронавирусной инфекции можно использовать в СППВР, для определения тактики ведения, а при групповой оценке анализировать особенности проявления инфекции в целом или в отдельно взятых регионах. СППВР с алгоритмом выявления

Таблица 6

**Потенциальные рекомендации по тактике ведения**

Степень подозрения	Рекомендации
Отсутствует подозрение на COVID-19	Продолжить диагностический поиск, исключая COVID-19
Подозрение на COVID-19	Детально опросить пациента на предмет наличия всех потенциально имеющихся симптомов и проведение тестирования на COVID-19
Вероятен COVID-19	Применять меры как к пациенту с COVID-19, пока не доказано обратное



подозрения может взаимодействовать с электронными медицинскими картами медицинских информационных систем или отдельными приложениями, аккумулирующими симптомы заболеваний. Результатом этого взаимодействия будет помощь в определении заболеваний на основании симптомов и других проявлений болезни, выявление симптомов из врачебных записей методами NLP и поддержка принятия решения по дальнейшей тактике ведения пациента при помощи выведения рекомендаций для врача и пациента.

**Финансирование исследования и конфликт интересов.** Исследование финансировалось в рамках выполнения гранта компании ООО «К-Скай» с Некоммерческой Организацией «Фонд развития центра разработки и коммерциализации новых технологий» (Фонд «Сколково») № МГО4/20 от 22 мая 2020 г. по теме «Разработка системы поддержки принятия врачебных решений с использованием методов машинного обучения WEBIOMED». Конфликты интересов, связанные с данным исследованием, отсутствуют.

## ЛИТЕРАТУРА



1. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard URL: <https://covid19.who.int/>
2. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University URL: <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
3. Временные методические рекомендации по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции 2019-nCoV/ Версия 8. [https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/777/original/030902020\\_COVID-19\\_v8.pdf](https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/777/original/030902020_COVID-19_v8.pdf)
4. Greenhalgh T., Koh G., Car J. Covid-19: a remote assessment in primary care. *BMJ*. 2020; 368: m1182.
5. Гусев А.В., Зарубина Т.В. Поддержка принятия врачебных решений в медицинских информационных системах медицинской организации // *Врач и информационные технологии*. – 2017. – № 2. – С. 60–72.
6. Гусев А.В., Плисс М.А. Основные рекомендации к созданию и развитию информационных систем в здравоохранении на базе искусственного интеллекта. // *Врач и информационные технологии*. – 2018. – № 3. – С. 45–60.
7. Заболевание, вызванное коронавирусом (COVID-19): Часто задаваемые вопросы. URL: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
8. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report-95 URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>.
9. Chen H., Guo J., Wang C. et al. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *Lancet*. 2020; 395 (10226): 809–15. DOI: 10.1016/S0140-6736 (20) 30360-3.
10. Huang C., Wang Y., Li X. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020; 395 (10223): 497–506. DOI: 10.1016/S0140-6736 (20) 30183-5.
11. Wang D., Hu B., Hu C. et al. Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020; 323 (11): 1061–9. DOI: 10.1001/jama.2020.1585
12. Szymanek-Pasternak A., Serafińska S., Kucharska M. et al. Severe course of COVID-19 in a middle-aged man without risk factors. *Pol. Arch. Intern. Med.* 2020; Published online: April 03, 2020. DOI: 10.20452/pamw.15277.
13. Sudden Loss of Taste and Smell Should Be Part of COVID-19 Screen URL: <https://www.medscape.com/viewarticle/929116>.
14. COVID Symptom Study URL: <https://beatcovid19now.org/>
15. Gadiel R. Alvarado, Benjamin C. Pierson, Eric S. Teemer, Hector J. Gama, Ronald D. Cole, Samuel S. Jang. Symptom Characterization and Outcomes of Sailors in Isolation After a COVID-19 Outbreak on a US Aircraft Carrier. *JAMA Netw Open*. 2020;3(10): e2020981. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2020.20981.
16. Gavrilov D., Gusev A., Korsakov I., Novitsky R., and Serova L., Feature Extraction Method from Electronic Health Records in Russia, in Proceedings of the FRUCT'26, ISSN 2305-7254, ISBN 978-952-69244-2-7, pp. 497–500, April 2020.