Систематизация эффективных мер популяционной профилактики в условиях неопределённости: онтологический подход

Суворова Е. И., Концевая А. В., Рыжов А. П., Мырзаматова А. О., Муканеева Д. К., Худяков М. Б., Драпкина О. М.

ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины” Минздрава России. Москва, Россия

Процесс принятия эффективных управленческих решений в сфере охраны здоровья и профилактики заболеваний требует системного, целостного и научно обоснованного подхода. Однако в такой трудно формализуемой сфере деятельности, как профилактическая медицина, существует проблема фрагментарности и недостаточности данных.

Цель. Разработать подходы к моделированию популяционных профилактических мер в России, применимых в условиях недостаточности данных.

Материал и методы. На первом этапе отобрали основные хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ), ассоциированные с высокой заболеваемостью и смертностью в России, в отношении которых есть эффективные меры профилактики. На следующем этапе, на основании анализа литературы отобрали факторы риска, ассоциированные с увеличением вероятности развития данных ХНИЗ. На следующем этапе проведен отбор мер популяционной профилактики. Рассматривались следующие меры популяционной профилактики: экономические меры, налоги, субсидии; информационные кампании в средствах массовой информации и образование населения; изменение среды, инфраструктуры; маркировка и информация для потребителя, запрет и другие законодательные меры.

Результаты. Построена онтологическая модель, имеющая вид графика. Процесс моделирования социально-экономического эффекта популяционных мер профилактики начинается с выбора профилактической меры с доказанным эффектом, реализация которой может опосредовано, через снижение распространённости факто-

ров риска, привести к предотвращению новых случаев ХНИЗ среди населения России и снизить ассоциированные с ними затраты в будущем.

Заключение. Онтологический анализ позволил выявить функциональную структуру популяционной профилактики (объекты и их связи) и определить ее поведение (сценарии) в условиях недостаточности данных. Развитие онтологий способствует целенаправленному получению дополнительных средств доступа к имеющейся в мировом научном пространстве информации, необходимой для принятия научно обоснованных управленческих решений и эффективного распределения ограниченных ресурсов.

Ключевые слова: моделирование, популяционные меры, популяционная профилактика, факторы риска, онтологический подход.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 14/03-2020

Получена рецензия 17/08-2020

Принята к публикации 01/09-2020

Для цитирования: Суворова Е. И., Концевая А. В., Рыжов А. П., Мырзаматова А. О., Муканеева Д. К., Худяков М. Б., Драпкина О. М. Систематизация эффективных мер популяционной профилактики в условиях неопределённости: онтологический подход. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(5):2505. doi:10.15829/1728-8800-2020-2505

Systematization of effective population-based preventive measures under uncertainty: an ontological approach

Suvorova E. I., Kontsevaya A. V., Ryzhov A. P., Myrzammatova A. O., Mukaneeva D. K., Khudyakov M. B., Drapkina O. M.
National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine. Moscow, Russia

Effective management decisions in the field of health care and preventive medicine requires a systematic, holistic and scientifically based approach. However, there is a problem of fragmentation and insufficient data.

Aim. To develop approaches to modeling population-based preventive measures in Russia, applicable under uncertainty.

Material and methods. At the first stage, we selected the central chronic noncommunicable diseases (NCDs) associated with high morbidity and mortality in Russia, for which there are effective preventive

measures. At the next stage, based on the literature analysis, we selected risk factors of these NCDs. Further, population-based preventive measures were selected. The following population-based preventive measures were considered: economic measures, taxes, subsidies; information campaigns in the media and public education; changing the environment, infrastructure; labeling, information for the consumer, prohibition, and other legislative measures.

Results. An ontological model in the form of a graph was created. Modeling the socio-economic effect of population-based strategies

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: azaliya89@list.ru

Тел.: +7 (966) 377-39-93

[Суворова Е. И. — м.н.с. отдела укрепления общественного здоровья, ORCID: 0000-0003-0981-7036, Концевая А. В. — д.м.н., заместитель директора по научной и аналитической работе, ORCID: 0000-0003-2062-1536, Рыжов А. П. — д.т.н., профессор отдела организационно-методического управления и анализа оказания медицинской помощи, ORCID: 0000-0001-7022-5166, Мырзаматова А. О. — к.м.н., н.с. отдела укрепления общественного здоровья, ORCID: 0000-0001-8064-7215, Муканеева Д. К. — м.н.с. отдела укрепления общественного здоровья, ORCID: 0000-0003-2682-7914, Худяков М. Б. — ведущий инженер отдела укрепления общественного здоровья, ORCID: 0000-0002-7869-2030, Драпкина О. М. — д.м.н., профессор, член-корр. РАН, директор, ORCID: 0000-0002-4453-8430].

begins with the choice of a preventive measure with a proven effect, which can indirectly, through a decrease in the risk factors' prevalence, preclude new cases of chronic diseases among the population of Russia and reduce the related costs in the future.

Conclusion. Ontological analysis made it possible to identify the functional structure of population-based prevention and its action under uncertainty. The development of ontology provides an additional means of access to the available research data, which is necessary for evidence-based management decision-making.

Key words: modeling, population-based measures, population-based prevention, risk factors, ontological approach.

Relationships and Activities: none.

Suvorova E.I. ORCID: 0000-0003-0981-7036, Kontsevaya A.V. ORCID: 0000-0003-2062-1536, Ryzhov A.P. ORCID: 0000-0001-7022-5166,

Myrzamatova A.O.* ORCID: 0000-0001-8064-7215, Mukaneeva D.K. ORCID: 0000-0003-2682-7914, Khudyakov M.B. ORCID: 0000-0002-7869-2030, Drapkina O.M. ORCID: 0000-0002-4453-8430.

*Corresponding author: azaliya89@list.ru

Received: 14/03-2020

Revision Received: 17/08-2020

Accepted: 01/09-2020

For citation: Suvorova E.I., Kontsevaya A.V., Ryzhov A.P., Myrzamatova A.O., Mukaneeva D.K., Khudyakov M.B., Drapkina O.M. Systematization of effective population-based preventive measures under uncertainty: an ontological approach. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020;19(5):2505. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2020-2505

СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ФР — факторы риска, ХНИЗ — хронические неинфекционные заболевания, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких.

Моделирование — общепринятый подход построения прогноза состояния здоровья популяции для оценки влияния тех или иных профилактических мер или программ в средне- и долгосрочной перспективе. Это распространенный подход к прогнозированию не только здоровья популяции, но и социально-экономического бремени болезней, что служит важным аргументом для принятия решений в сфере укрепления здоровья [1].

Популяционное моделирование необходимо для планирования стратегий профилактики с учетом экономической целесообразности их внедрения. Метод позволяет качественно и количественно описать вероятную последовательность наступления возможных событий в популяции, исходя из ситуации, которая сложилась в настоящее время, и рассчитать их экономический эффект с учетом временных оценок.

Во многих странах осознали важность использования научного подхода и моделей для совершенствования процесса принятия обоснованных и объективных решений в сфере охраны здоровья и профилактики заболеваний. Существует ряд публикаций по результатам моделирования эффективности популяционных мер профилактики. Например, в Великобритании показана возможность экономии 100 млн фунтов стерлингов в системе здравоохранения за счет значительного сокращения заболеваемости и смертности при полной элиминации промышленных транс-жиров из продуктов питания [2]. Тем временем, в модели Thow AM, et al. спрогнозировано снижение смертности от ишемической болезни сердца на 1,8-2,6% при повышении налога на добавленную стоимость на основные источники насыщенных жиров [3]. В США по результатам моделирования показано, что субсидия в размере 10%, направленная на снижение стоимости овощей и фруктов, может предотвра-

тить 150500 смертей от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [4]. Mozaffarian D, et al. предложили сценарий субсидирования покупки овощей и фруктов за счет использования дохода от налогообложения менее полезных продуктов питания, что, вероятно, приведет к предотвращению ~6 тыс. случаев смерти от ССЗ и онкологических заболеваний ежегодно [5].

Однако зарубежные модели не всегда могут быть применимы в России, а их адаптация ассоциирована с очень большим количеством допущений, что снижает их прогностическую ценность. В России также обсуждалась необходимость моделирования социально-экономического эффекта популяционных мер для принятия управленческих решений в области профилактики хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ) [1], однако в настоящий момент публикаций с результатами такого моделирования нет.

Таким образом, в настоящее время существует необходимость разработки подходов к моделированию популяционной профилактики поведенческих факторов риска (ФР) ХНИЗ с учетом национальной специфики и доступности данных в РФ.

Цель работы: разработать подходы к моделированию популяционных мер в России, применимых в условиях недостаточности данных.

Материал и методы

Построение онтологической модели популяционных мер профилактики включало ряд этапов, отображенных на рисунке 1. На первом этапе отобрали основные ХНИЗ, ассоциированные с высокой заболеваемостью и смертностью в России, в отношении которых разработаны эффективные меры профилактики. К таким заболеваниям, как во всем мире, так и в РФ относятся ССЗ, рак, сахарный диабет (СД) 2 типа, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), которые ассоциированы со значительным экономическим ущербом в РФ [6].

Рис. 1 Схема моделирования мер популяционной профилактики ФР ХНИЗ.

Примечание: РФ — Российская Федерация, ФР — факторы риска, ХНИЗ — хронические неинфекционные заболевания.

На следующем этапе, на основании анализа литературы отобрали ФР, ассоциированные с увеличением риска развития данных ХНИЗ, т.е. факторы, которые, вероятно, определяют количественные изменения эпидемиологических и демографических показателей в популяции. Предложена гипотеза относительно возможных причин изменения поведения кривой распространенности ФР, заболеваемости и смертности в России. Отбор ФР проведен и описан ранее [7]. К таким факторам относили курение, избыточное потребление алкоголя, элементы нерационального питания и низкую физическую активность. В процессе анализа поведенческих ФР онкологические заболевания были сокращены до 10 локализаций, в отношении которых существуют доказательные данные их ассоциации с поведенческими ФР [8].

На следующем этапе проведен отбор мер популяционной профилактики, который осуществляли экспертным путем на основании анализа литературы. Эксперты предлагали перечень категорий профилактических мер, которые, по данным литературы, оказывают влияние на изучаемые ФР ХНИЗ и имеют потенциал внедрения в России. Экспертами являлись сотрудники ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России, которые ведут научную и методическую работу по укреплению общественного здоровья, направленную на коррекцию поведенческих ФР: курение, избыточное потребление алкоголя, нерациональное питание и низкую физическую активность.

Рассматривались следующие категории мер популяционной профилактики: экономические меры (налоги, субсидии), информационно-коммуникационные кампании; изменение инфраструктуры и среды обитания человека; маркировка продуктов питания, табачной и алкогольной продукции и информация для их потребителей, ограничительные меры. Данные подходы доказали свою эффективность в отношении улучшения популяционного здоровья [9–11].

Проведен аналитический обзор исследований по оценке эффективности реализации отобранных мер на популяционном уровне с целью выделения мер с доказанной эффективностью, в т.ч. рекомендованных Всемирной организацией здравоохранения, с потенциалом внедрения в России. На этом этапе был исключен такой ФР, как физическая активность, в связи с недостаточным количеством исследований по изучению эффективности мер популяционной профилактики.

В результате был накоплен достаточно большой объем научных знаний об эффективности популяционных мер профилактики в разных странах [2–5], однако полученная из различных источников информация оказалась фрагментарной, разноуровневой и с разной степенью надежности, что существенно усложняло процесс построения модели и полностью исключало возможность применения таких математических инструментов, как статистические методы моделирования.

Онтологический подход к систематизации эффективных мер популяционной профилактики. Одним из решений проблемы универсального представления, структурирования и систематизации концептуальных знаний может быть применение онтологического подхода к моделированию. Онтология — это разновидность модели исследуемой системы, содержащая формальные описания концептуальных понятий и отношений между ними. Сущность данного подхода к моделированию заключается в том, что такая трудно формализуемая сфера деятельности, как популяционная профилактика, рассматривается как сложная система, состоящая из компонентов (объектов), которые взаимодействуют между собой, и могут управляться алгоритмически изнутри, либо пользователем на уровне изменения набора данных или состава компонентов. Основным преимуществом онтологического подхода является целостный подход, в результате которого системное и единообразное представление знаний позволяет восстановить недостающие логические связи.

Методика разработки онтологии была основана на стандарте онтологического моделирования IDEF (I-CAM DEFinition или Integrated DEFinition), методология которого определяет процесс построения модели в обобщенном виде [12]. В результате адаптации стандарта IDEF к задачам настоящего исследования были выделены следующие этапы разработки онтологии:

1. Анализ задачи, которую предполагалось решать с помощью данной онтологии.
2. Разработка онтологии, описывающей в обобщенном виде основные компоненты и их взаимосвязи.
3. Разработка конкретизированной онтологической модели.

Каждый этап состоит из большого количества шагов; в процессе его выполнения происходило постоянное дополнение и уточнение как описания компонентов модели, так и их связей. На первом этапе анализ задачи по-

Рис. 2 Систематизация эффективных мер популяционной профилактики.

Примечание: СМИ — средства массовой информации, ССН — сахаросодержащие напитки, ДТП — дорожно-транспортное происшествие.

зволил сформировать состав основных компонентов модели (объектов): поведенческие ФР (курение, потребление алкоголя, нерациональное питание) и ассоциированных с ними основных ХНИЗ (ССЗ, ХОБЛ, СД, онкологические заболевания 10 локализаций), а также перечень популяционных мер профилактики. Затем были определены связи между ФР ХНИЗ и мерами популяционной профилактики и построена обобщенная онтология, после чего на последнем этапе разработана конкретизированная модель популяционной профилактики для каждого из изучаемых ФР. В качестве основных источников данных были использованы результаты аналитического обзора литературы и данные исследования ЭССЕ-РФ (Эпидемиология Сердечно-Сосудистых заболеваний в регионах Российской Федерации) [13].

Наиболее подходящим способом изображения онтологической модели с учетом поставленной задачи был граф. Под графом понимается набор вершин и соединяющих их ребер. Графическое представление онтологии позволило наглядно отобразить все компоненты модели и их связи в виде семантической сети. Такой граф определяет структуру модели. Кроме того, для определения возможных сценариев поведения системы были сформулированы продукционные правила в виде "Если ..., то ...". Такие правила определяют поведение модели.

Таким образом, онтологический анализ позволил выявить функциональную структуру системы (объекты и их связи) и определить ее поведение (сценарии).

Результаты и обсуждение

Построена онтологическая модель, имеющая вид графика (рисунок 2).

Процесс моделирования социально-экономического эффекта популяционных мер профилактики начинается с выбора профилактической меры с доказанным эффектом, реализация которой может опосредовано через снижение распространенности ФР привести к предотвращению новых случаев ХНИЗ среди населения России и снизить ассоциированные с ними затраты в будущем.

Каждая вершина графа связана с другими узлами посредством дуг, совокупность которых составляет путь на рисунке 2. В зависимости от выбранной меры профилактики возможны различные варианты пути, для описания которых была использована матрица смежности. Матрица смежности — это квадратная матрица, в которой элемент равен единице, если вершины смежные и в графе есть ребро, а нулю, соответственно, если такого ребра нет [5].

В условиях недостаточности и фрагментарности информации оценку популяционных мер профилактики целесообразно проводить с помощью методов моделирования. Построение модели проводилось с соблюдением фундаментальных прин-

ципов. Онтологический подход используется в исследованиях в области медицины, в частности для синтеза, гармонизации и систематизированного представления результатов исследований по вопросам питания [14, 15]. Кроме того, онтология является фундаментом для построения систем поддержки принятия врачом решения в рамках проектов, направленных на изменение поведения человека, что может стать ключом к решению проблем, связанных со здоровьем и благополучием, а также стимулировать развитие поведенческих наук [16, 17]. В Италии реализован проект по использованию онтологического подхода для персонализированного ведения пациентов с хроническими заболеваниями, который позволил обеспечить поддержку принятия врачом решения [18].

Построенная онтологическая модель популяционных мер профилактики изначально включала весь объем полученных знаний о предметной области. Однако ключевым требованием к модели было не только адекватное и полное отражение характеристик изучаемого объекта, но и ее простота и наглядность. В связи с этим была создана упрощенная, идеализированная схема. Основопологающие параметры для модели были определены на основе критерия независимости, который подразумевает, что они не выводимы друг из друга дедуктивно, математически и логически. Тем не менее, разнородный информационный образ объекта моделирования требовал проведения спецификации для каждого ФР в отдельности с соблюдением принципа делимости.

Необходимо понимать, что объективность модели и соответствие научных выводов реальным условиям имеет ряд ограничений из-за использования результатов исследований, проведенных в странах с условиями, отличающимися от российских реалий. Кроме того, данная модель построена на предположении о независимости параметров, т.к. информация, необходимая для оценки модели, получена из разных источников, что затрудняет оценку корреляций между ними.

Разработанная модель может служить основополагающей базой для построения интеллектуальной системы поддержки принятия решений с помощью технологий гибридного интеллекта (augmented intelligence). Исследования в области гибридного интеллекта занимают одно из ведущих мест в информатике и в развитии информационных технологий, в т.ч. в медицине [19, 20]. Национальный научный фонд (США) в начале 2019г объявил о новой инициативе — Программе национальных исследовательских институтов искусственного интеллекта (The National Artificial Intelligence Research Institutes), которая позволит значительно продвигать

исследования в области искусственного интеллекта и ускорить развитие инноваций на его основе, обеспечивая исследователям возможность сосредоточиться на более масштабных и долгосрочных проектах. Использование гибридных интеллектуальных систем особенно эффективно в отраслях, где приходится иметь дело как с четкими, так и с нечеткими знаниями. Гибридные интеллектуальные системы позволяют более эффективно соединять формализуемые и неформализуемые знания за счет интеграции общей теории управления и средств искусственного интеллекта, тем самым, компенсируя их недостатки.

Впервые в РФ для моделирования популяционной профилактики использовались онтологические подходы. Ранее проведенных в России исследований по прогнозированию мер, направленных на коррекцию ФР, в масштабе популяции не найдено, вероятно, вследствие дефицита данных и необходимости поиска нестандартных подходов к моделированию, отличающихся от статистических. Построенная авторами ранее модель прогнозирования сердечно-сосудистых исходов оказалась неприменима для прогнозирования мер популяционной профилактики вследствие дефицита данных по динамике ряда параметров [1]. Ещё одно ранее проведённое моделирование также основывалось на динамике таких ФР, как уровень артериального давления и курения в определённой произвольно выбранной величине, без привязки к конкретным мерам популяционной профилактики [21].

Заключение

Основным итогом работы явилось построение онтологии для мер популяционной профилактики, направленных на коррекцию поведенческих ФР и способных снизить заболеваемость и смертность от основных ХНИЗ. Разработана модель популяционной профилактики ХНИЗ, которая позволила увязать в единую систему меры популяционной профилактики, направленные на коррекцию ФР, поведенческие ФР и ХНИЗ, ассоциированные с данными факторами. Онтологический анализ позволил выявить функциональную структуру системы (объекты и их связи) и определить ее поведение (сценарии).

Онтологический подход — одно из перспективных направлений решения проблемы моделирования мер в сфере охраны здоровья и, прежде всего, популяционной профилактики заболеваний в условиях значительной неопределенности данных.

Отношения и деятельность: авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Kontsevaya AV, Shalnova SA, Suvorova EI, et al. The Prediction Model of Cardiovascular Events Among the Russian Population: Methodological Aspects. *Kardiologiia*. 2016;12:54-62. (In Russ.) Концевая А. В., Шальнова С. А., Суворова Е. И. и др. Модель прогнозирования сердечно-сосудистых событий в российской популяции: методологические аспекты. *Кардиология*. 2016;12:54-62. doi:10.18565/cardio.2016.12.54-62.
- Pearson-Stuttard J, Hooton W, Critchley J, et al. Cost-effectiveness analysis of eliminating industrial and all trans fats in England and Wales: modelling study. *Public Health (Oxf)*. 2017;39(3):574-82. doi:10.1093/pubmed/fdw095.
- Thow AM, Jan S, Leeder S, Swinburn B. The effect of fiscal policy on diet, obesity and chronic disease: a systematic review. *Bull World Health Organ*. 2010;88:609-14. doi:10.2471/BLT.09.070987.
- Pearson-Stuttard J, Bandosz P, Rehm CD, et al. Reducing US cardiovascular disease burden and disparities through national and targeted dietary policies: A modelling study. *PLoS Med*. 2017;14(6):e1002311. doi:10.1371/journal.pmed.1002311.
- Mozaffarian D, Afshin A, Benowitz NL, et al. Population approaches to improve diet, physical activity, and smoking habits: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126:1514-63. doi:10.1161/CIR.0b013e318260a20b.
- Kontsevaya AV, Myrzammatova AO, Mukaneeva DK, et al. Economic damage from major chronic non-communicable diseases in the Russian Federation in 2016. *Preventive medicine*. 2019;22(6):18-23. (In Russ.) Концевая А. В., Мырзаматова А. О., Муканеева Д. К. и др. Экономический ущерб от основных хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации в 2016 году. *Профилактическая медицина*. 2019;22(6):18-23. doi:10.17116/profmed20192206118.
- Myrzammatova AO, Kontsevaya AV, Balanova YuA, Mukaneeva DK. Analytical review of the association of behavioral risk factors with chronic noncommunicable diseases. *Preventive medicine*. 2019;22(5):117-23. (In Russ.) Мырзаматова А. О., Концевая А. В., Баланова Ю. А., Муканеева Д. К. Аналитический обзор ассоциации поведенческих факторов риска с хроническими неинфекционными заболеваниями. *Профилактическая медицина*. 2019;22(5):117-23. doi:10.17116/profmed201922051136.
- Kontsevaya AV, Balanova YuA, Myrzammatova AO, et al. Economic damage of oncological diseases associated with modifiable risk factors. *Health risk analysis*. 2020;1:133-41. (In Russ.) Концевая А. В., Баланова Ю. А., Мырзаматова А. О. и др. Экономический ущерб онкологических заболеваний, ассоциированных с модифицируемыми факторами риска. *Анализ риска здоровью*. 2020;1:133-41. doi:10.21668/health.risk/2020.1.15.
- Lim S, Vos T, Flaxman A, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):222-60. doi:10.1016/S0140-6736(12)61766-8.
- Rehm J, Mathers C, Popova S, et al. Global burden of disease and injury and economic cost attributable to alcohol use and alcohol-use disorders. *Lancet*. 2009;373(9682):2223-33. doi:10.1016/S0140-6736(09)60746-7.
- Evans CE, Christian MS, Cleghorn CL, et al. Systematic review and meta-analysis of school-based interventions to improve daily fruit and vegetable intake in children aged 5 to 12. *Am J Clin Nutr*. 2012;96:889-901. doi:10.3945/ajcn.111.030270.
- Iqbal R, Masrah M, Mustapha A, et al. An Analysis of Ontology Engineering Methodologies: A Literature Review. *Res J Appl Sci Eng Tech*. 2013;6(16):2993-3000. doi:10.19026/rjaset.6.3684.
- Balanova YuA, Kontsevaya AV, Shalnova SA, et al. Prevalence of behavioral risk factors for cardiovascular diseases in the Russian population according to the results of the ESSE-RF study. *Preventive medicine*. 2014;17(5):42-52. (In Russ.) Баланова Ю. А., Концевая А. В., Шальнова С. А., и др. Распространенность поведенческих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции по результатам исследования ЭССЕ-РФ. *Профилактическая медицина*. 2014;17(5):42-52.
- Yang C, Ambayo H, De Baets B, et al. An Ontology to Standardize Research Output of Nutritional Epidemiology: From Paper-Based Standards to Linked Content. *Nutrients* 2019;11:1300. doi:10.3390/nu11061300.
- Vitali F, Lombardo R, Rivero D, et al. ONS: an ontology for a standardized description of interventions and observational studies in nutrition. *Genes Nutr*. 2018;13:12. doi:10.1186/s12263-018-0601-y.
- Michie S, Thomas J, Johnston M, et al. The Human Behaviour-Change Project: harnessing the power of artificial intelligence and machine learning for evidence synthesis and interpretation. *Implement Sci*. 2017;12(1):121. doi:10.1186/s13012-017-0641-5.
- Norris E, Finnerty AN, Hastings J, et al. A scoping review of ontologies related to human behaviour change. *Nat Hum Behav*. 2019;3(2):164-72. doi:10.1038/s41562-018-0511-4.
- Riaño D, Real F, López-Vallverdú JA, et al. An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients. *J Biomed Inform*. 2012;45(3):429-46. doi:10.1016/j.jbi.2011.12.008.
- Golding L, Nicola G. A Business Case for Artificial Intelligence Tools: The Currency of Improved Quality and Reduced Cost. *J Am Coll Radiol*. 2019;16(9 Pt B):1357-61. doi:10.1016/j.jacr.2019.05.004.
- Liyanage H, Liaw S, Jonnagaddala J. Artificial Intelligence in Primary Health Care: Perceptions, Issues, and Challenges. *Yearb Med Inform*. 2019;28(1):41-6. doi:10.1055/s-0039-1677901.
- Boytsov SA, Shalnova SA, Kontsevaya AV, et al. Trends in simulated 10-year mortality rates and the evaluation of the socioeconomic efficiency of different scenarios of prevention. *The Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2016;19(3):12-8. (In Russ.) Бойцов С. А., Шальнова С. А., Концевая А. В. и др. Динамика моделированной 10-летней смертности и оценка социально-экономической эффективности различных сценариев профилактики. *Профилактическая медицина*. 2016;19(3):12-8. doi:10.17116/profmed201619312-18.