

УДК 681.5

DOI: [10.26102/2310-6018/2022.39.4.011](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.39.4.011)

## Моделирование условий регулярности соблюдения лечебных рекомендаций на амбулаторном этапе пациентами кардиологического профиля с помощью интеллектуальной технологии «дерево решений»

Е.Я. Гафанович<sup>1</sup>✉, И.М. Соколов<sup>1</sup>, Е.В. Конобеева<sup>1</sup>, И.Л. Каширина<sup>2</sup>, М.А. Фирюлина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская  
Федерация

<sup>2</sup> Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация  
[Lvovicha@mail.ru](mailto:Lvovicha@mail.ru)✉

**Резюме.** Работа посвящена использованию интеллектуальной технологии «дерево решений» для построения модели классификации условий регулярности соблюдения лечебных рекомендаций пациентами кардиологического профиля. Машинное обучение значимости признаков древовидной структуры проводилось с использованием статистической выборки, сформированной на основе исследования 69 пациентов, проходивших лечение в кардиологическом отделении и наблюдавшихся в течение 6 месяцев после выписки. Для построения «дерева решений» использованы входные данные: возраст; пол; социальный статус; причины госпитализации; характеристика перечисленных заболеваний, тактики лечения, причин пропуска приема препаратов, степени использования наглядных рекомендаций. В качестве выходных данных использовано регулярное / нерегулярное соблюдение рекомендаций в течение 6 месяцев после выписки. Построено «дерево решений», отражающее условия, которые влияют на приверженность приему препаратов после выписки. Анализ влияния градаций факторов в точках ветвления позволит сформировать условия регулярности соблюдения назначенного медикаментозного лечения в виде их сочетания на каждой ветви дерева решений. Оценивание значимости признаков, связанных с факторами влияния, проводилось по величине индекса Джини. Интеллектуальная технология выделила детерминирующие исход факторы: выдача наглядных рекомендаций, пропуск препаратов по причине забывчивости, самочувствие, социальный статус, изменения терапии, возраст пациентов, стаж артериальной гипертензии.

**Ключевые слова:** моделирование, классификация, интеллектуальная технология «дерево решений», индекс Джини, регулярность приема препаратов.

**Для цитирования:** Гафанович Е.Я., Соколов И.М., Конобеева Е.В., Каширина И.Л., М.А. Фирюлина. Моделирование условий регулярности соблюдения лечебных рекомендаций на амбулаторном этапе пациентами кардиологического профиля с помощью интеллектуальной технологии «дерево решений». *Моделирование, оптимизация и информационные технологии.* 2022;10(4). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1270> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.011

## Modeling the conditions of regular compliance with recommendations for cardiological patients at the outpatient stage using decision trees

E.Y. Gafanovich<sup>1</sup>✉, I.M. Sokolov<sup>1</sup>, E.V. Konobeeva<sup>1</sup>, I.L. Kashirina<sup>2</sup>, M.A. Firyulina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V.I. Razumovsky Saratov State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saratov, Russian Federation

<sup>2</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation  
Lvovicha@mail.ru✉

**Abstract.** The paper is concerned with the use of decision trees with a view to designing the model of regular compliance with recommendations for cardiological patients. Machine learning of feature significance in a tree-like structure was conducted based on the statistical sampling gathered after examining 69 patients that had received treatment in a cardiological department and who had been being observed for 6 months after discharge. To build a decision tree, input data was employed: age, gender, social status, reasons for hospitalization, description of previous illnesses, treatment strategy, reasons for missed doses, adherence to recommendations. As output data, regular / irregular compliance with the recommendations during 6 months after discharge was used. The decision tree that reflects the conditions influencing the compliance with medication intake after discharge has been built. Analysis of factor scaling influence at branching points will provide the means for defining the regularity of compliance with the prescribed medical treatment in the form of their conjunctions at each branch of the decision tree. Significance of the features associated with the factors of influence was evaluated according to Gini index value. This intelligent technology identified the factors that determine the outcome: providing patients with clear recommendations, missed doses due to forgetfulness, patient's general state, social status, changes in therapy, patients' age, duration of arterial hypertension.

**Keywords:** modeling, classification, decision tree, Gini index, regular medication intake.

**For citation:** Gafanovich E.Y., Sokolov I.M., Konobeeva E.V., Kashirina I.L., Firyulina M.A. Modeling the conditions of regular compliance with recommendations for cardiological patients at the outpatient stage using decision trees. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2022;10(4). Available from: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1270> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.39.4.011 (In Russ.).

## Введение

Применение методов искусственного интеллекта находит все большее распространение при исследовании различных проблем в медицине [1]. Инструментальные средства, компьютерные программы, созданные на базе технологий искусственного интеллекта, позволяют извлечь значимую информацию из ретроспективных данных и прогнозируют практически применяемые результаты. Одной из проблем в практике лечения кардиологических больных является проблема регулярности соблюдения лечебных рекомендаций.

Несоблюдение врачебных предписаний приводит к уменьшению терапевтического эффекта, снижению качества жизни больных, увеличению затрат на лечение, а также повышению смертности населения [2-4]. Изучение условий нарушений лекарственного режима является актуальным направлением медицинских исследований. Полученные результаты помогают практикующему клиницисту выявить и отобрать потенциально не приверженных пациентов и сформировать модели прогнозирования риска несоблюдения рекомендаций [5]. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), несмотря на наличие различных способов модификации уровня приверженности, соблюдают лечебные мероприятия около 50 % пациентов. [4]. В клинической практике накапливаются многочисленные данные, в которых содержится скрытая информация и возможность выявить закономерности в имеющихся больших массивах разрозненных наблюдений с помощью машинных методов обработки. В процессе принятия врачебных решений при необходимости выделить основные точки воздействия в кардиологической практике широко использовалась интеллектуальная технология «дерево решений» в связи с возможностью анализа качественных показателей в выборках свободных от распределения. Успешный опыт ее применения констатирован при оптимизации терапевтического режима и плана мониторинга

пациентов с сердечной недостаточностью [6], установления факторов риска остановки сердца у больных с острой сердечной недостаточностью [7], определения риска внезапных коронарных событий у пациентов с ИБС [8], наконец, выявления предпосылок к развитию застойной сердечной недостаточности [9]. Цель данного исследования состояла в проведении анализа клинических данных методом «дерево решений» для получения компактного набора наиболее значимых факторов, определяющих регулярность соблюдения лечебных рекомендаций после выписки из кардиологического стационара и требующих внимания врача в процессе выбора тактики ведения больного.

### Материалы и методы

Для проведения моделирования условий регулярности соблюдения лечебных назначений в возрасте от 45 до 83 лет использованы данные 69 пациентов. Из них 31 (45 %) женщины и 38 (55 %) мужчины. Причины госпитализации: 15 человек (21 %) с острым инфарктом миокарда, 19 человек (35 %) с гипертоническим кризом, 35 человек (52 %) с прогрессирующей стенокардией напряжения.

В отделение кардиологии клинической больницы им. С. П. Миротворцева госпитализировались больные, отсеянные на догоспитальном этапе от лечения в интервенционном ангиографическом центре в связи с отсутствием показаний для экстренной реваскуляризации. В стационаре для всех пациентов проводилась стандартная медикаментозная терапия. Далее 35 больным (51 %) были выданы стандартные наглядные рекомендации, фрагмент которых приведен на Рисунке 1 [10, 11]. В течение последующих 6 месяцев вследствие различных причин (отказ от инвазивного лечения, стабильное самочувствие, организационные аспекты плановой госпитализации) коронарные вмешательства пациентам выполнены не были. Через 3 и 6 месяцев после выписки из стационара пациенты при контрольном визите заполняли «лист-опросник»: оценивалось изменение самочувствия, наличие побочных эффектов, фиксировалось изменение лекарственной терапии, продолжение /прекращение и регулярность приема лекарств, причины пропусков препаратов. Основной причиной пропуска препаратов указывалась забывчивость, в связи с чем данный критерий внесен в дальнейшие расчеты. Выявление причин забывчивости не входило в цель данного исследования. Фиксировались изменения лекарственной терапии. Поводами для замены препаратов указывались побочные эффекты, отсутствие в аптеке на момент покупки, а также рекомендации врачей поликлиники либо родственников. Отмечались замена на препарат с другим названием внутри группы, на средство из другой лекарственной группы или отмена медикамента. Разнородность поводов и видов коррекции лечения позволила включить в анализ только сам факт изменения терапии. Регулярность приема лекарственной терапии оценивалась в ходе анкетирования. Более двух пропусков одного из препаратов в неделю без медицинских показаний признавался нерегулярным соблюдением назначенной терапии.

Основные клиничко-демографические характеристики пациентов представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Основные клинико-демографические характеристики пациентов n (%)  
Table 1 – Main clinical and demographic characteristics of patients n (%)

Характеристика	Пациенты
Количество человек	69 (100 %)
Средний возраст, лет (M ± SD)	64 ± 8 (от 45 до 83)
Мужской пол	38 (55 %)
Женский пол	31 (45 %)
Пенсионер	39 (56 %)
Работающий	30 (44 %)
Причина поступления ОИМ	15 (22 %)
Причина поступления прогрессирующая стенокардия напряжения	35 (52 %)
Причина поступления гипертонический криз	19 (26 %)
Артериальная гипертензия (АГ)	68 (98.5 %)
Стаж АГ, лет (M ± SD)	8 ± 7 (от 0 до 26)
ИБС	48 (70 %)
Перенесенный инфаркт миокарда (ИМ)	23 (33 %)
Фибрилляция предсердий (ФП)	23 (33 %)
ХСН I – III ФК по NYHA	41 (59 %)
Хронические сопутствующие заболевания	61(88 %)
Отмена лекарств в связи с побочными эффектами	21 (30 %)
Изменения в терапии вне зависимости от причины и принадлежности к группе препаратов	25 (36 %)
Пропуск препаратов по причине забывчивости	35 (51 %)
Улучшение самочувствия	48 (69 %)
Выдача наглядных рекомендаций	35 (51 %)
Регулярный прием	46 (67 %)
Нерегулярный прием	23 (33 %)

ЭТОТ ПРЕПАРАТ	СНИЖАЕТ УГРОЗУ	ПОЗВОЛЯЕТ ДОСТИГНУТЬ	ПОДДЕРЖИВАЕТ И СОХРАНЯЕТ
<i>Аспирин</i> кардио 100 мг 1 раз в день после еды	Тромбозов в мозговых и коронарных сосудах	Продления полноценной жизни	Нормальную текучесть крови
<i>Эгилок-ретард</i> по 50мг 2 раза в день в 7:00 и 19:00	Внезапной смерти, «скачков» АД и сердцебиений	Лучшей устойчивости к нагрузкам и волнениям; жизни без боли в груди и гипертонии	Экономную работу сердца, защищает от стресса

Рисунок 1 – Структура наглядных рекомендаций кардиологических больных  
Figure 1 – Structure of recommendations for cardiological patients

Для анализа факторов влияния на регулярность соблюдения рекомендаций на амбулаторном этапе применялась интеллектуальная технология «дерево решений» (дерево классификации) [12].

### Результаты

С использованием машинного обучения сформирована классификационная модель, графически представленная «деревом решения» (Рисунок 2). В результате из 16 выявлено 7 входных параметров, влияющих на вероятность регулярного / нерегулярного приема. Учитывая, что ряд входных данных (возраст, стаж АГ) имеет числовое значение, «дерево решений» самостоятельно находило значимые цифровые параметры, за пределами которых вероятность проявления исхода равна нулю.

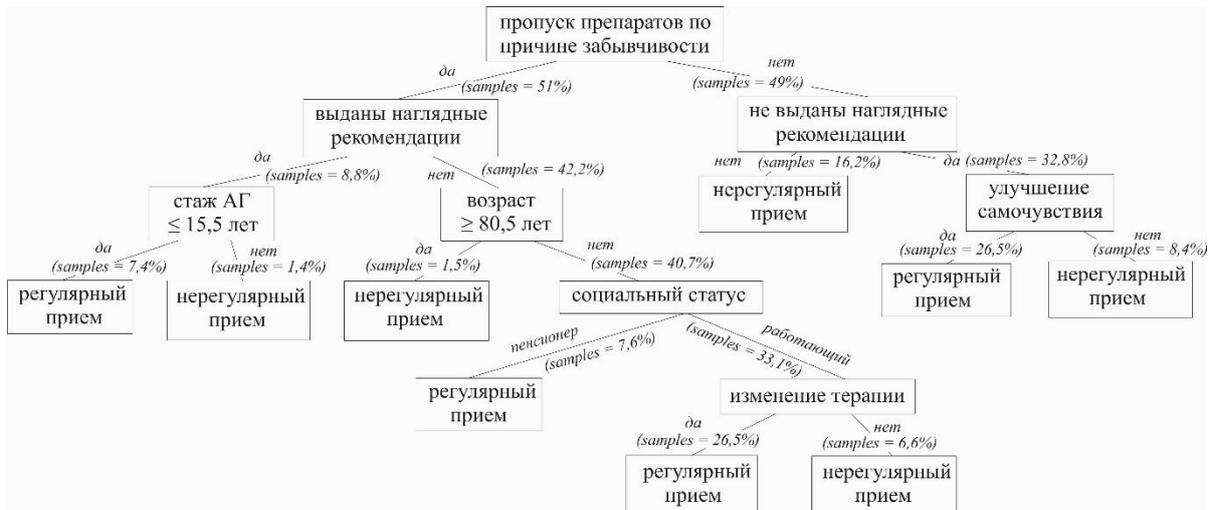


Рисунок 2 – «Дерево решений» для оценки регулярности приема препаратов в течение 6 месяцев после выписки. Точность модели 100%. Количество исследуемых пациентов 69 (100%)

Figure 2 – “Decision Tree” for assessing the regularity of medication intake during 6 months post-discharge. The accuracy of the model is 100%. Number of patients studied: 69 (100%)

Таблица 2 – Факторы, влияющие на регулярность приема препаратов, указанные по степени влияния на исход

Table 2 – Factors affecting the regularity of medication intake, listed by the degree of influence on the outcome

Значимость признака по итоговому индексу Джини	Параметр
0,3834	Выдача наглядных рекомендаций
0,1764	Самочувствие
0,1326	Пропуск препаратов по причине забывчивости
0,1278	Возраст
0,0621	Стаж АГ
0,0559	Изменение терапии
0,0518	Социальный статус

На основании построенного «дерева решений» сформулированы условия регулярного и нерегулярного приема.

1. Выдача наглядных рекомендаций больным со стажем АГ менее 15,5 лет, несмотря на забывчивость, обеспечивает регулярный прием.

2. В случае выдачи наглядных рекомендаций больным со стажем АГ более 15,5 лет забывчивость приводит к нерегулярному приему.

3. В случае выдачи наглядных рекомендаций больным в возрасте старше 80,5 лет забывчивость приводит к нерегулярному приему.

4. Если причина пропуска приема препаратов забывчивость, выданы наглядные рекомендации, возраст младше 80,5 лет и пациент пенсионер – регулярный прием.

5. Регулярный прием в случае забывчивости обеспечивает следующее сочетание факторов для работающих пациентов: выдача наглядных рекомендаций, возраст младше 80,5 лет, замена препаратов не проводилась.

6. В случае выдачи наглядных рекомендаций для работающих пациентов следующее сочетание факторов: забывчивость, возраст младше 80,5 лет, замена препаратов не проводилась – нерегулярный прием.

7. Если пациент не пропускал прием препаратов по причине забывчивости, но не были выданы наглядные рекомендации – нерегулярный прием;

8. В случае выдачи наглядных рекомендаций при следующем сочетании факторов: отсутствие пропусков приема препаратов по причине забывчивости, улучшение самочувствия на фоне приема – регулярный прием;

9. Если самочувствие на фоне приема препаратов не улучшалось, далее при отсутствии пропусков приема по причине забывчивости и выдаче наглядных рекомендаций, прием – нерегулярный.

Нерегулярность выполнения медицинских предписаний пациентами, пропускающими прием по причине забывчивости, может быть компенсирована выдачей наглядных рекомендаций пенсионерам и работающим пациентам без изменения терапии в возрасте менее 80,5 лет и стажем АГ менее 15,5 лет. В группе работающих пациентов изменения терапии отрицательно влияют на регулярность. Категория пациентов, не пропускающих прием по причине забывчивости, склонных к регулярному приему при улучшении самочувствия и выдаче наглядных рекомендаций.

### Обсуждение

В 2019 г. опубликован систематический обзор, направленный на выявление факторов, способных повлиять на приверженность взрослых пациентов с хроническими заболеваниями. Обработано 4849 статей, 147 признаны релевантными [12]. Для сердечно-сосудистой патологии показано, что положительное влияние оказывает образование, трудоустройство, принадлежность к этническому большинству, высокий социально-экономический статус, женский пол. К противоречивым факторам (противоположное влияние в различных исследованиях) отнесены семейное положение, социальная поддержка, коморбидность и тяжесть болезни, продолжительность заболевания, длительность терапии, количество таблеток, частота приема, связь с приемом пищи, медицинская страховка. Негативно на приверженность к лечению влияет назначение более одного препарата, возраст младше 45 лет и старше 75 лет, депрессия, самостоятельная оплата лекарств [13-20]. В проведенном нами исследовании не учитывалось образование, этническая принадлежность, социально-экономический статус, семейное положение, социальная поддержка, количество таблеток, частота приема, связь с приемом пищи, медицинская страховка, депрессия, оплата лекарств.

Полученные нами результаты созвучны с указанным систематическим обзором. Пациенты старше 80 лет менее склонны к регулярному приему. Фактор «стаж АГ» входит в группу с наибольшей значимостью. Длительность стажа уменьшает регулярность приема лекарств.

Фактор «пропуск препаратов по причине забывчивости» по нашим данным отрицательно влияет на регулярность приема. Забывчивость является составляющим непреднамеренного несоблюдения рекомендаций и часто указывается пациентами как причина пропуска препаратов. В исследовании ГАРАНТ забывчивость также явилась причиной нерегулярного приема антигипертензивных препаратов [21]. По результатам нашего исследования выдача наглядных рекомендаций пациентам, пропускающим прием препаратов по причине забывчивости, способствует регулярному выполнению медицинских предписаний. Неэффективна выдача наглядных рекомендаций для больных со стажем АГ более 15,5 лет, в возрасте старше 80,5 лет и работающим с изменениями терапии. В данном исследовании не проводилось изучение причин забывчивости. Фиксация врачом пропуска препаратов по причине забывчивости является поводом для расширенного обследования больного. Изучение причин забывчивости представляется перспективным направлением поиска инструментов влияния на приверженность к терапии.

Улучшение самочувствия является противоречивым фактором. Имеются данные других исследований о прекращении терапии в случае улучшения самочувствия и отсутствия жалоб [22, 23]. В нашем 6-месячном исследовании пациенты в случае улучшения самочувствия регулярно принимали препараты. Ограничением положительного влияния самочувствия возможно является длительность лечения и данный фактор нуждается в пролонгированном изучении.

Фактор «изменение терапии» в процессе моделирования «дерева решений» показал отрицательное влияние на соблюдение рекомендаций у работающих пациентов. Norberg S., Gustafsson M. (2018) также обратили внимание на меньшую приверженность пациентов с изменениями лекарственной терапии после выписки вне зависимости от причины и предложили врачам и фармацевтам объяснять смысл замены препарата [23]. Указанный параметр недостаточно исследован и требует дополнительного изучения.

При построении «дерева решений» факторы «причина поступления», наличие ИБС, ФП, ХСН не вошли в группу параметров, детерминирующих исход. С медицинской позиции тяжесть патологии, опасность рецидивов и возможность летального исхода требует 100 %-го соблюдения рекомендаций. В исследовании, опубликованном в 2019 г. через 6 месяцев после АКШ аналогично показано отсутствие 100 % приверженности: 94 % пациентов принимали статины, 91 % – бета-адреноблокаторы, 73 % – блокаторы альдостероновой системы и 93 % – антиагрегантные препараты, а спустя 8 лет количество пациентов в указанных категориях составило 77 %, 76 %, 66%, 80 % соответственно [24].

В настоящем исследовании с использованием интеллектуальной технологии «дерево решений» получен компактный набор параметров разнонаправленного влияния на регулярное соблюдение рекомендаций: выдача наглядных рекомендаций, пропуск препаратов по причине забывчивости, самочувствие, социальный статус, изменения терапии, возраст пациентов, стаж АГ. Текущие результаты не противоречат основным данным в сфере приверженности пациентов к лечению. Возраст старше 80,5 лет, стаж АГ более 15,5 являются прогностически неблагоприятными факторами для регулярного приема препаратов. Фактор «изменения терапии», «улучшение самочувствия», «пропуск приема препаратов по причине забывчивости» требуют дополнительного изучения. Выдача наглядных рекомендаций имеет положительное влияние на регулярность терапии.

## Выводы

1. Моделирование условий регулярности лечебных рекомендаций с использованием технологии «дерево решений» является эффективным инструментом интеллектуальной поддержки решений врача-кардиолога при переходе от стационарного лечения к амбулаторному за счет прогнозирования условий, влияющих на приверженность кардиологических больных к назначению медикаментозной терапии.

2. В результате настоящего исследования выделены группы пациентов, склонных к нерегулярному соблюдению рекомендаций: возраст старше 80,5 лет, стаж АГ более 15,5 лет, работающие пациенты с изменениями в терапии, пациенты без улучшения самочувствия.

3. Выдача наглядных рекомендаций является инструментом влияния на регулярность приема препаратов.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гасанова И.А., Парийский В.А., Грибков А.А. Искусственный интеллект в клинической медицине и стоматологии. *Тенденции развития науки и образования*. 2018;38(4):17–21.
2. Simpson S.H., Eurich D.T., Majumdar S.R. A meta-analysis of the association between adherence to drug therapy and mortality. *The BMJ*. 2006;333(7557):15.
3. Osterberg L., Blaschke T. Adherence to medication. *The New England Journal of Medicine*. 2005;353(5):487–497.
4. World Health Organisation: *Adherence to long-term therapies, evidence for action*. Geneva, WHO: 2003. 209 p.
5. Jeffery RA, Navarro T., Wilczynski NL, Iserman EC, Keepanasseril A, Sivaramalingam B., Agoritsas T, Haynes R.B. Adherence measurement and patient recruitment methods are poor in intervention trials to improve patient adherence. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2014;67(10):1076–1082.
6. Karanasiou G.S., Tripoliti E.E., Papadopoulou T.G., Kalatzis F.G., Goletsis Y., Naka K.K., Bechlioulis A., Errachid A., Fotiadis D.I. Predicting adherence of patients with HF through machine learning techniques. *Healthcare technology letters*. 2016;3(3):165–170. DOI: 10.1049/htl.2016.0041.
7. LI H, Wu TT, Yang DL. Decision tree model for predicting in-hospital cardiac arrest among patients admitted with acute coronary syndrome. *Clin Cardiol*. 2019;42(11):1087–1093. DOI: 10.1002/clc.23255.
8. Karaolis M.A., Moutiris J.A., Hadjipanayi D., Pattichis C.S. Assessment of the risk factors of coronary heart events based on data mining with decision trees. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*. 2010;14(3):559–566.
9. Mašetić Z, Subasi A. Detection of congestive heart failures using C4.5 decision tree. *Southeast Europe Journal of Soft Computing*. 2013;2(2):74–77.
10. Наумова Е.А., Тарасенко Е.В., Шварц Ю.Г. Влияние стандартизированных наглядных мотивированных рекомендаций для пациентов на приверженность к долгосрочной терапии. *Международный медицинский журнал*. 2007;1:123–129.
11. Жаркова О.С., Шаропин К.А., Сеидова А.С., Берестнева Е.В., Осадчая И.А. Построение систем поддержки принятия решений в медицине на основе деревьев решений. *Современные наукоемкие технологии*. 2016;6(1):33–37.
12. Gast A., Mathes T. Medication adherence influencing factors—an (updated) overview of systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2019;8(1):112. DOI: 10.1186/s13643-019-1014-8.

13. Chen H.Y., Saczynski J.S., Lapane K.L., Kiefe C.I., Goldberg R.J. Adherence to evidence-based secondary prevention pharmacotherapy in patients after an acute coronary syndrome: a systematic review. *Heart & Lung*. 2015;44(4):299–308.
14. Oosterom-Calo R., van Ballegooijen A.J., Terwee C.B., te Velde S.J., Brouwer I.A., Jaarsma T., Brug J. Determinants of adherence to heart failure medication: a systematic literature review. *Heart Failure Reviews*. 2013;18(4):409–427.
15. Aziz H., Hatah E., Makmor Bakry M., Islahudin F. How payment scheme affects patients' adherence to medications? A systematic review. *Patient Prefer Adherence*. 2016;10:837–850.
16. Lewey J., Shrank W.H., Bowry ADK, Kilabuk E, Brennan T.A, Choudhry N.K. Gender and racial disparities in adherence to statin therapy: a meta-analysis. *American Heart Journal*. 2013;165(5):665–678.
17. Nachega J.B., Uthman O.A., Peltzer K., Richardson L.A., Mills E.J., Amekudzi K, Ouédraogo A. Association between antiretroviral therapy adherence and employment status: systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*. 2015;93(1):29–41.
18. Gourzoulidis G., Kourlaba G., Stafylas P., Giamouzis G., Parissis J., Maniadakis N. Association between copayment, medication adherence and outcomes in the management of patients with diabetes and heart failure. *Health Policy*. 2017;121(4):363–377.
19. Alsabbagh MHDW, Lemstra M., Eurich D., Lix L.M, Wilson T.W., Watson E, Blackburn D.F. Socioeconomic status and nonadherence to antihypertensive drugs: a systematic review and meta-analysis. *Value Health*. 2014;17(2):288–296.
20. Crawshaw J., Auyeung V., Norton S., Weinman J. Identifying psychosocial predictors of medication non-adherence following acute coronary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*. 2016;90:10–32.
21. Шальнова С.А., Деев А.Д., Вихирева О.В. Артериальная гипертония глазами амбулаторных пациентов. Первые результаты исследования ГАРАНТ. *Кардиоваскулярная Терапия и Профилактика*. 2007;6(5):30–3.
22. Carney R.M., Freedland K.E, Eisen S.A, Rich M.W., Skala J.A., Jaffe A.S. Adherence to a prophylactic medication regimen in patients with symptomatic versus asymptomatic ischemic heart disease. *Behavioral Medicine*. 1998;24(1):35–39.
23. Saini S., Schoenfeld., Kaulback K., Dubinsky M. Effect of medication dosing frequency on adherence in chronic diseases. *The American Journal of Managed Care*. 2009;15(6):22–33.
24. Norberg S., Gustafsson M. Older Peoples' Adherence and Awareness of Changes in Drug Therapy after Discharge from Hospital. *Pharmacy (Basel)*. 2018;6(2):38. DOI: 10.3390/pharmacy6020038.
25. Björklund E., Nielsen S.J., Hansson E.C., Karlsson M., Wallinder A., Martinsson A., Tygesen H., Romlin B.S., Malm C.J., Pivodic A., Jepsson A. Secondary prevention medications after coronary artery bypass grafting and long-term survival: a population – based longitudinal study from the SWEDHEART registry. *European Heart Journal*. 2020;41(17):1653-1661. DOI:10.1093/eurheartj/ehz714.

## REFERENCES

1. Gasanova I.A., Pariiskii V.A., Gribkov A.A. Iskusstvennyi intellekt v klinicheskoi meditsine i stomatologii. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2018;38(4):17–21. (In Russ.).
2. Simpson S.H., Eurich D.T., Majumdar S.R. A meta-analysis of the association between adherence to drug therapy and mortality. *The BMJ*. 2006;333(7557):15.

3. Osterberg L., Blaschke T. Adherence to medication. *The New England Journal of Medicine*. 2005;353(5):487–497.
4. World Health Organisation: *Adherence to long-term therapies, evidence for action*. Geneva, WHO: 2003. 209 p.
5. Jeffery RA, Navarro T., Wilczynski NL, Iserman EC, Keepanasseril A, Sivaramalingam B., Agoritsas T, Haynes R.B. Adherence measurement and patient recruitment methods are poor in intervention trials to improve patient adherence. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2014;67(10):1076–1082.
6. Karanasiou G.S., Tripoliti E.E., Papadopoulou T.G., Kalatzis F.G., Goletsis Y., Naka K.K., Bechlioulis A., Errachid A., Fotiadis D.I. Predicting adherence of patients with HF through machine learning techniques. *Healthcare technology letters*. 2016;3(3):165–170. DOI: 10.1049/htl.2016.0041.
7. LI H, Wu TT, Yang DL. Decision tree model for predicting in-hospital cardiac arrest among patients admitted with acute coronary syndrome. *Clin Cardiol*. 2019;42(11):1087–1093. DOI: 10.1002/clc.23255.
8. Karaolis M.A., Moutiris J.A., Hadjipanayi D., Pattichis C.S. Assessment of the risk factors of coronary heart events based on data mining with decision trees. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*. 2010;14(3):559–566.
9. Mašetić Z, Subasi A. Detection of congestive heart failures using C4.5 decision tree. *Southeast Europe Journal of Soft Computing*. 2013;2(2):74–77.
10. Naumova E.A., Tarasenko E.V., Shvarts Y.G. Vliyanie standartizirovannykh naglyadnykh motivirovannykh rekomendatsii dlya patsientov na priverzhennost' k dolgosrochnoi terapii. *Mezhdunarodnyi meditsinskii zhurnal = International Medical Journal*. 2007;1:123–129. (In Russ.).
11. Zharkova O.S., Sharopin K.A., Seidova A.S., Berestneva E.V., Osadchaya I.A. Construction of decision support systems in medicine based decision tree. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern High Technologies*. 2016;6(1):33–37. (In Russ.).
12. Gast A., Mathes T. Medication adherence influencing factors—an (updated) overview of systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2019;8(1):112. DOI: 10.1186/s13643-019-1014-8.
13. Chen H.Y., Saczynski J.S., Lapane K.L., Kiefe C.I., Goldberg R.J. Adherence to evidence-based secondary prevention pharmacotherapy in patients after an acute coronary syndrome: a systematic review. *Heart & Lung*. 2015;44(4):299–308.
14. Oosterom-Calo R., van Ballegooijen A.J, Terwee C.B., te Velde S.J., Brouwer I.A., Jaarsma T., Brug J. Determinants of adherence to heart failure medication: a systematic literature review. *Heart Failure Reviews*. 2013;18(4):409–427.
15. Aziz H., Hatah E., Makmor Bakry M., Islahudin F. How payment scheme affects patients' adherence to medications? A systematic review. *Patient Prefer Adherence*. 2016;10:837–850.
16. Lewey J., Shrank W.H., Bowry ADK, Kilabuk E, Brennan T.A, Choudhry N.K. Gender and racial disparities in adherence to statin therapy: a meta-analysis. *American Heart Journal*. 2013;165(5):665–678.
17. Nachega J.B., Uthman O.A., Peltzer K., Richardson L.A., Mills E.J., Amekudzi K, Ouédraogo A. Association between antiretroviral therapy adherence and employment status: systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*. 2015;93(1):29–41.
18. Gourzoulidis G., Kourlabi G., Stafylas P., Giamouzis G., Parissis J., Maniadakis N. Association between copayment, medication adherence and outcomes in the management of patients with diabetes and heart failure. *Health Policy*. 2017;121(4):363–377.

19. Alsabbagh MHDW, Lemstra M., Eurich D., Lix L.M, Wilson T.W., Watson E, Blackburn D.F. Socioeconomic status and nonadherence to antihypertensive drugs: a systematic review and meta-analysis. *Value Health*. 2014;17(2):288–296.
20. Crawshaw J., Auyeung V., Norton S., Weinman J. Identifying psychosocial predictors of medication non-adherence following acute coronary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*. 2016;90:10–32.
21. Shalnova S.A., Deev A.D., Vikhireva O.V. Arterial hypertension: ambulatory patients' point of view. First results of GARANT Study. *Kardiovaskulyarnaya Terapiya i Profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2007;6(5):30–3. (In Russ.).
22. Carney R.M., Freedland K.E, Eisen S.A, Rich M.W., Skala J.A., Jaffe A.S. Adherence to a prophylactic medication regimen in patients with symptomatic versus asymptomatic ischemic heart disease. *Behavioral Medicine*. 1998;24(1):35–39.
23. Saini S., Schoenfeld., Kaulback K., Dubinsky M. Effect of medication dosing frequency on adherence in chronic diseases. *The American Journal of Managed Care*. 2009;15(6):22–33.
24. Norberg S., Gustafsson M. Older Peoples' Adherence and Awareness of Changes in Drug Therapy after Discharge from Hospital. *Pharmacy (Basel)*. 2018;6(2):38. DOI: 10.3390/pharmacy6020038.
25. Björklund E., Nielsen S.J., Hansson E.C., Karlsson M., Wallinder A., Martinsson A., Tygesen H., Romlin B.S., Malm C.J., Pivodic A., Jepsson A. Secondary prevention medications after coronary artery bypass grafting and long-term survival: a population – based longitudinal study from the SWEDEHEART registry. *European Heart Journal*. 2020;41(17):1653-1661. DOI:10.1093/eurheartj/ehz714.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Гафанович Елена Яковлевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация.

*e-mail*: [Lvovicha@mail.ru](mailto:Lvovicha@mail.ru)

ORCID: [0000-0001-9122-6483](https://orcid.org/0000-0001-9122-6483)

**Соколов Иван Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской терапии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Российская Федерация.

ORCID: [0000-0002-9547-705X](https://orcid.org/0000-0002-9547-705X)

**Конобеева Елена Владимировна**, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры факультетской терапии лечебного факультета, Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Министерства здравоохранения

**Elena Yakovlevna Gafanovich**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Faculty Therapy, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saratov, Russian Federation.

**Ivan Mikhailovich Sokolov**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Faculty Therapy, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saratov, Russian Federation.

**Elena Vladimirovna Konobeeva**, Candidate of Medical Sciences, Teaching Assistant at the Department of Faculty Therapy, V.I. Razumovsky Saratov State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Saratov, Russian Federation.

Российской Федерации, Саратов, Российская  
Федерация.  
ORCID: [0000-0002-0225-3429](https://orcid.org/0000-0002-0225-3429)

**Каширина Ирина Леонидовна, Irina Leonidovna Kashirina**, Doctor of  
Technical Sciences, Professor at the Department  
of Mathematical Methods of Operations  
Research, Voronezh State University, Voronezh,  
Russian Federation.  
ORCID: [0000-0002-8664-9817](https://orcid.org/0000-0002-8664-9817)

**Фирюлина Мария Андреевна, Mariya Andreevna Firyulina**, Postgraduate  
Student, the Department of Mathematical  
Methods of Operations Research, Voronezh State  
University, Voronezh, Russian Federation.  
ORCID: [0000-0003-3468-5514](https://orcid.org/0000-0003-3468-5514)

*Статья поступила в редакцию 14.11.2022; одобрена после рецензирования 06.12.2022;  
принята к публикации 13.12.2022.*

*The article was submitted 14.11.2022; approved after reviewing 06.12.2022;  
accepted for publication 13.12.2022.*