

МЕТОДИКА ПАРАМЕТРИЗАЦИИ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ УРОЛОГИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Гераськин М.И.

*Россия, г. Самара, Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва*

Аннотация: Рассматривается проблема оптимизации лечебного процесса мочекаменной болезни по критериям прогнозируемого результата лечения и ожидаемой продолжительности госпитализации. Разработана методика параметризации категориальных факторов урологической терапии, позволяющая использовать коэффициенты ранговой корреляции Спирмена для выявления тесноты связи этих факторов с результатами лечения с целью дальнейшего построения регрессионных моделей эффективности терапии.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, корреляционный анализ, ранговая корреляция, категориальный фактор

Введение

Мочекаменная болезнь (МКБ) широко распространена в России, заболеваемость [1] МКБ за 2002-2009 гг. возросла на 17,3% в абсолютных показателях; в относительных показателях на 100 тыс. населения рост заболеваемости МКБ достиг 18,1%, составив в 2009 г. от 511 случаев в Северокавказском федеральном округе до 694 случаев в Дальневосточном федеральном округе, 637 случаев в Приволжском федеральном округе (ПФО). Заболеваемость МКБ в мире составляет [2] порядка 3%, в частности, в 2011 г. в США достигала 5,2%, в Великобритании – 1,2%. По данным Министерства здравоохранения РФ (табл. 1) общее количество зарегистрированных больных МКБ [3] в абсолютных показателях возросло за 2002-2014 гг. на 34,5% (на 31,4% в ПФО), причем среднегодовой прирост возрос до 2,9% в 2008-2014 гг. по сравнению с уровнем 2,5% в 2002-2008 гг.; в относительных показателях на 100 тыс. населения общая заболеваемость МКБ возросла за 2002-2014 гг. на 31,4%. Заболеваемость МКБ с диагнозом, установленным впервые в жизни [3] также неуклонно росла, за 2002-2014 гг. прирост составил 31,8% (34,3% в ПФО), среднегодовой прирост возрос до 2,7% в 2008-2014 гг., составляя 2,4% в 2002-2008 гг.; в относительных показателях первичная заболеваемость в 2008-

2014 гг. снизилась на 7,3% (2,3% в ПФО), что свидетельствует о незначительном замедлении темпов роста общей заболеваемости, но не изменяет сложившуюся повышательную тенденцию.

Несмотря на отмеченные повышательные тренды структура общей заболеваемости в 2002-2014 гг. остается относительно стабильной: доля заболеваемости МКБ с диагнозом, установленным впервые в жизни, составляет около 26% от общей заболеваемости (28-29% в ПФО), что свидетельствует о высоком уровне хронизации МКБ, для которой характерна низкая эффективность терапии, прогноз лечения ухудшается высокими показателями рецидивов и камнеобразования, в частности, после лечения и полной элиминации конкремента вероятность рецидива по истечении 5 лет достигает 50% [4]. В связи с этим анализ опыта терапии МКБ, накопленного в Самарской области, и разработка на этой основе усовершенствованного инструментария терапии при первичном заболевании МКБ представляет собой актуальную задачу.

Таблица 1 – Динамика заболеваемости МКБ в России и ПФО в 2002-2014 гг.

Показатель	2002	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Общая заболеваемость								
РФ, всего	629453	713397	738130	760237	770762	787555	805212	846570
РФ, на 100 тыс. чел.	440,5	502,5	520,2	533,9	539,5	550,5	561,1	578,8
ПФО, всего	129786	149834	158642	160897	159197	165357	166457	174275
ПФО, на 100 тыс. чел.	410	496,1	525,9	536,4	532,8	554,7	559,4	586,5
Первичная заболеваемость								
РФ, всего	166807	187587	193234	196627	198413	205590	210119	219803
РФ, на 100 тыс. чел.	148,1	162,1	166,8	138,1	138,9	143,7	146,4	150,3
ПФО, всего	38150	43392	43291	44144	45198	45301	46021	51219
ПФО, на 100 тыс. чел.	166,7	176,5	176	147,2	151,3	152	154,7	172,4
Доля первичной заболеваемости								
РФ	0,265	0,263	0,262	0,259	0,257	0,261	0,261	0,260
ПФО	0,294	0,290	0,273	0,274	0,284	0,274	0,276	0,294

Таблица 2 – Индексы заболеваемости МКБ в России и ПФО в 2002-2014 гг.

Индексы общей заболеваемости	2008/ 2002	2009/ 2008	2010/ 2009	2011/ 2010	2012/ 2011	2013/ 2012	2014/ 2013	2014/ 2008
РФ, всего	1,133	1,035	1,030	1,014	1,022	1,022	1,051	1,187
РФ, на 100 тыс. чел.	1,141	1,035	1,026	1,010	1,020	1,019	1,032	1,152
ПФО, всего	1,154	1,059	1,014	0,989	1,039	1,007	1,047	1,163
ПФО, на 100 тыс. чел.	1,210	1,060	1,020	0,993	1,041	1,008	1,048	1,182
Индексы первичной заболеваемости								
РФ, всего	1,125	1,030	1,018	1,009	1,036	1,022	1,046	1,172
РФ, на 100 тыс. чел.	1,095	1,029	0,828	1,006	1,035	1,019	1,027	0,927

ПФО, всего	1,137	0,998	1,020	1,024	1,002	1,016	1,113	1,180
ПФО, на 100 тыс. чел.	1,059	0,997	0,836	1,028	1,005	1,018	1,114	0,977

Оптимизация системы планирования лечения больных урологического профиля предусматривает оптимальный выбор консервативного или оперативного подходов к лечению и соответствующих им типов применяемых процедур исходя из следующих общих критериев: результат лечения (ожидаемая продолжительность жизни, время наступления рецидива или послеоперационных осложнений, вероятность рецидива) и продолжительность лечения (срок госпитализации, длительность операции и послеоперационного периода). В связи с этим встает проблема разработки инструментальных средств прогнозирования этих критериев терапии в зависимости от комплекса анамнестических, диагностических и терапевтических факторов (далее факторов терапии), что предопределяет целесообразность применения статистических методов корреляционного и регрессионного анализа. Как правило, исследования базируются на моделях множественной линейной регрессии [5-9] критериев терапии от факторов терапии как объясняющих переменных, показывающей достаточно высокую детерминацию при наличии тесной корреляционной связи между критериями и факторами терапии, однако с ростом количества учитываемых факторов повышается дисперсия прогноза, что снижает предсказательную точность моделей. В случае невозможности выявить факторы, имеющие высокую корреляцию с критериями, выборки разбивались на группы (кластеры), для которых разрабатывались комплексы моделей множественных линейных регрессий (дискриминантных функций) [10-15]. Для критерия результата лечения, сформулированного в виде бинарной (наличие или отсутствие рецидива) или дискретной конечномерной (более двух вариантов исхода) величины линейные регрессии имеют низкую детерминацию, поэтому применялись логистические регрессии [16-19], которые обеспечивают достоверность прогнозной модели при варьировании факторов в достаточно узких диапазонах. Поскольку на практике комплекс факторов терапии обычно включает в себя бинарные, конечномерные и непрерывные (например, возраст больного или продолжительность анамнеза), то

логистические регрессии имеют ограниченную сферу применимости. В связи с этим актуальной представляется проблема разработки методов прогнозирования критериев терапии на основе линейных регрессий от комплекса конечномерных и непрерывных факторов, обеспечивающих достаточно высокую детерминацию.

Материалы и методы исследования

Статистическое исследование результатов лечения МКБ проводится для выявления влияния анамнестических, диагностических и терапевтических факторов на продолжительность и результат лечения. В качестве критериев терапии $Y_m, m \in M$ рассматривались продолжительность лечения (Y_1 , дней) и результат лечения (Y_2). Значения критерия Y_2 были ранжированы от наиболее позитивного к наиболее негативным: 1- полное излечение; 2 – необходимость долечивания; 3 - наличие клинически незначимых резидуальных камней; 4 - наличие клинически незначимых резидуальных камней при сопутствующих осложнениях, требующих терапии; 5 - наличие клинически значимых резидуальных камней, требующих этапного лечения.

Исследовалось влияние комплекса факторов (табл. 3.), общее количество которых обозначим K , классифицируемых [20-22] на три типа переменных: 1) непрерывные переменные (*continuous variables*), которые могут принимать все численные значения в некотором диапазоне изменения $X_k \in A_k \in R^+, k \in K$, и которые в данном случае естественным образом упорядочены на положительной полуоси; к непрерывным переменным относятся критерий Y_1 , а также факторы: возраст X_1^1 , рост X_2^1 , вес X_3^1 , объем потребления жидкости X_{12}^1 , количество анализов X_8^2, X_9^2, X_{10}^2 , длительность антибактериальной (АБ) терапии X_2^3 ; 2) дискретные переменные (*discrete variables*), которые могут принимать счетное множество (поэтому их также называют конечномерные) упорядоченных значений, в том числе на ранговой шкале; в соответствии с постановкой задачи дискретной переменной является критерий Y_2 ; 3) категориальные переменные (*categorical variables*), являющиеся

неупорядоченными и используемые для качественной классификации, значения их также называют *номинальными*; категориальными являются анамнез $X_4^1 - X_{10}^1$, тип воды X_{11}^1 , пол X_{13}^1 , все диагностические факторы, исключая количество анализов, все терапевтические факторы, кроме длительности АБ терапии.

Результаты

В целях ранжирования значений категориальных переменных могут использоваться [23] коэффициенты частной корреляции между факторами и критериями, исследовалась [24] целесообразность применения метода группового учета аргументов, в котором максимизируется отношение правильно классифицированных объектов к общему числу объектов в выборке. Обобщая эти подходы, для категориальных факторов проведена параметризация путем ранжирования номинальных значений в соответствии с упорядоченностью критериев на основе следующей процедуры:

1) расчет частот $f_{X_{nk}}$ совпадения значений факторов и критериев терапии из условия упорядоченности, состоящего в том, что большему значению фактора соответствует большее значение наименьшего (при этом по другим критериям упорядоченность тем более выполняется) из критериев:

$$f_{X_{nk}} = \frac{Z_{n_k}}{Z}, Z_{n_k} = \sum_{n_k \in N_k} z_{n_k}, k \in K, n \in N_k,$$

$$\left\{ z_{n_k} : X_{n_k} \succ X_{n_{k-1}} \Rightarrow \min_{m \in M} Y_m(X_{n_k}) \geq \min_{m \in M} Y_m(X_{n_{k-1}}) \right\}$$

где z_{n_k} - реализация k -го фактора в выборке, для которой выполняется условие упорядоченности; Z_{n_k} - количество упорядоченных реализаций k -го фактора; Z - объем выборки; M, K - количество критериев и факторов; N_k - количество альтернатив (размерность) k -го фактора; X_{n_k} - значение n_k -й реализации фактора X_k ; $Y_m(X_{n_k})$ - значение критерия Y_m при n_k -й реализации фактора X_k ; знак « \succ » символизирует в данном случае доминирование значения категорированного фактора в соответствии с порядком критериев;

2) ранжирование номинальных значений факторов по условию

$$x_{xn_k} = \arg \max_{n \in N_k} f_{X_{nk}}, k \in K,$$

где x_{xn_k} - ранг n_k -й реализации фактора X_k .

В результате этой процедуры категоризованные значения факторов представлены в виде рангов, в связи с чем в дальнейшем анализе к факторам $X_k, k \in K$ правомерно применение коэффициентов ранговой корреляции Спирмена [25], являющегося аналогом коэффициента корреляции Пирсона для натуральных вариационных рядов. Корреляция признается значимой для выборки $Z \geq 10$ при уровне значимости α , если $|r_{mk}| > r_\alpha, k \in K, m \in M$, где r_α – критическое значение коэффициента Спирмена, вычисляемое по формуле

$$r_\alpha = u_{\frac{1+\alpha}{2}} \frac{1}{\sqrt{Z-1}}, u_\gamma - \gamma\text{-квантиль стандартного нормального распределения.}$$

Таблица 3 – Система факторов терапии МКБ

Анамнестические факторы	Обозн.	Диагностические факторы	Обозн.	Терапевтические факторы	Обозн.
Возраст, лет	X_1^1	Дилатация ЧЛС (0 – нет, 1 – да, 2 - не выполнялась)	X_1^2	Выбранная тактика (1 – отказ от лечения, 2 - консервативное, 3 - уретеростент, 4 - КЛТ, 5 открытая операция)	X_1^3
Рост, см	X_2^1	Камни чашечек (0 – нет, 1 - со стороны колики, 2 - с противоположной стороны, 3 - с двух сторон)	X_2^2	Длительность АБ терапии, дней	X_2^3
Вес, кг	X_3^1	Камень лоханки/ЛМС (1 - да, 0 - нет)	X_3^2	Литолитическая терапия (1 - да, 0 - нет)	X_3^3
Анамнез МКБ у близких родственников (2 - да, 1 - нет)	X_4^1	Камень мочеточника (0 – нет, 1 – верхняя треть, 2 – средняя треть, 3 - нижняя треть)	X_4^2	Применение обезболивающих (1 - да, 0 - нет)	X_4^3
Анамнез МКБ (1 - да, 0 - нет)	X_5^1	Микролиты ЧЛС (1 - да, 0 - нет)	X_5^2	Применение альфа-адреноблокаторов (1 - да, 0 - нет)	X_5^3
В анамнезе (1 - да, 0 - нет): сахарный диабет	X_6^1	Функции больной почки (0 – не исследовалась, 1 - не нарушена, 2 – снижена, 3 – отсутствует)	X_6^2	Применение растительных препаратов (1 - да, 0 - нет)	X_6^3
заболевания желудка и ДПК	X_7^1	Функции другой почки (0 – не исследовалась, 1 - не нарушена, 2 – снижена)	X_7^2		
заболевания суставов, артриты	X_8^1	Количество анализов: биохимический анализ крови	X_8^2		
заболевания щитовидной железы	X_9^1	общий анализ мочи	X_9^2		
ДГПЖ	X_{10}^1	общий анализ крови	X_{10}^2		
Тип потребляемой воды (3 -)	X_{11}^1	Типы камня: количественный (1 -)	X_{11}^2		

водопроводная, 2 - фильтрованная, 1 - бутилированная)		одиночный, 2 - множественный)			
Количество потребляемой жидкости, л/сутки	X_{12}^1	расположение (1 - односторонний, 2 - двухсторонний)	X_{12}^2		
Пол (1 - м, 2 - ж)	X_{13}^1	рецидив (1- первичный, 2 -рецидивный, 3 - резидуальный)	X_{13}^2		
		R (1 - позитивный, 2- негативный)	X_{14}^2		
		Инфицированность (1 - да, 0 - нет)	X_{15}^2		
		Нефросклероз (1 - да, 0 - нет)	X_{16}^2		
		Фаза хронического пиелонефрита (0 - нет, 1 - активное воспаление, 2 - ремиссия)	X_{17}^2		
		ХПН,ХПБ (1 - да, 0 - нет)	X_{18}^2		

Список литературы

1. Аполихин О. И., Сивков А. В., Солнцева Т. В., Комарова В. А. Эпидемиология мочекаменной болезни в различных регионах Российской Федерации // Бюллетень медицинских интернет-конференций. Выпуск № 3 / том 1 / 2011. С. 167-176.
2. Россоловский А. Н., Березинец О. Л., Блюмберг Б. И. Мочекаменная болезнь: эволюция представлений (обзор) // Бюллетень медицинских интернет-конференций. Выпуск № 1 / том 4 / 2014. С. 84-86.
3. Общая заболеваемость всего населения России за 2011, 2012, 2014 гг. <http://www.rosminzdrav.ru/documents>
4. Кузьмина, Ф.М. Распространенность мочекаменной болезни у взрослого населения крупного промышленного города Казани / Ситдыкова М.Э., Салыхова Л.Е. // Медицинский вестник Башкортостана. 2007. 2. С. 52-54.
5. Воронова Е.И., Муравей Л.А., Костиков Ю.А. Математико-статистические модели прогнозирования эффективности оперативного лечения некоторых заболеваний // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. 2013. №1. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/1537/>
6. Амосов, Н.М. Кибернетические методы и математическое моделирование в биологии и медицине // Диалектико-материалистический анализ основных методов исследования в биологии и медицине. Ред. Гурвиц С. С. Киев. Вища Школа, 1972. С. 76-85.
7. Зимичев А.А. Прогнозирование развития рака мочевого пузыря / А.А. Зимичев, М.Б. Пряничникова, В.Н. Маклаков // Урология. — 2009. -№4.-С. 48-51.
8. Жернов А.А. Факторы прогноза в лечении местно-распространенного и метастатического рака предстательной железы // Автореферат диссертации. 2008. Томск. URL: http://www.oncology.tomsk.ru/nii/dis_sovet/autorefer/june2008/Zhernov.doc

9. Жернов А.А. Исследование качества жизни при раке предстательной железы / А.А. Жернов, В.В. Дворниченко, Перепечин Д.В., Е.В. Ковалёв // Российский онкологический журнал. 2007. – №5. – С. 39-42.

10. Екимова Н.В., Лифшиц В.Б., Ломоносов А.В. К вопросу прогнозирования желчнокаменной болезни // Вестник современной клинической медицины. 2008. №1. С. 32-37.

11. Басова Л.А., Карякина О.Е., Кочорова Л.В., Мартынова Н.А., Калинин А.Г. Математическая модель для прогнозирования продолжительности стационарного лечения при выполнении высокотехнологичных операций по устранению аритмий // Казанский медицинский журнал. Выпуск № 1. том 95. 2014. С. 91-94

12. Екимов А. К., Апрельев А. Е. Применение математических методов для прогнозирования результатов лечения больных с приобретенной миопией // Вестник Оренбургского государственного университета. Выпуск № 12 (118-2) . 2010. С. 64-67.

13. Боровец С.Ю. Радикальная простатэктомия: анализ непосредственных результатов и прогнозирование исходов операции при локализованных формах рака предстательной железы // Автореферат диссертации URL: <http://dlib.rsl.ru/loader/view/01003054759?get=pdf>

14. Стародубцева Л. В. Прогнозирование, донозологическая и дифференциальная диагностика мочекаменной болезни // Автореферат диссертации. Курск 2009. URL: <http://tekhnosfera.com/>

15. Феофанова Т.В., Мартынов А.И., Федоскова Т.Г. Регрессионная модель зависимости и прогноза заболеваемости на основе анализа иммунного статуса и условий труда // XII Всероссийское совещание по проблемам управления. URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/6657.pdf>

16. Попков В. М., Фомкин Р. Н., Блюмберг Б. И. Возможности прогнозирования рецидива рака простаты после HIFU-абляции с помощью математического моделирования // Саратовский научно-медицинский журнал. № 2 .том 9. 2013. С. 314-320.

17. Карпухин И.В., Крупин В.Н., Сорокин Д.А., Зорин Д.Г., Малинина О.Ю., Пучкин А.Б., Севрюков Ф.А., Чебыкин А.В. Трансуретральная электрохирургия нового поколения (TURis) в лечении заболеваний нижних мочевых путей и простаты // Урология. 2007.-N 3.-С.28-35.

18. Морозов Д. А., Морозова О. Л., Захарова Н. Б., Лакомова Д. Ю. Ранняя диагностика и прогнозирование развития нефросклероза у детей с пузырно-мочеточниковым рефлюксом // Педиатрическая фармакология. № 3. Том 9. 2012. С.1-2.

19. Макаренко Т.А., Цхай В.Б., Ульянова И.О. Факторы риска и прогнозирование осложненных форм гнойных воспалительных заболеваний придатков матки // Медицина и образование в Сибири. № 1. 2012. С. 1-4.

20. Румянцев П.О., Румянцева У.В., Саенко В.А. Статистические методы анализа в клинической практике // Проблемы эндокринологии, 2009.-N 5.-С.48-55.

21. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М.: Практика. 1999.
22. Velleman P.F., Wilkinson L. Nominal, ordinal, interval and ratio typologies are misleading // *American Statistician*. 1997. Vol. 47. Pp. 65-72.
23. Поляков Б.Н. Эффективный метод ранжирования независимых переменных и отбрасывания несущественных параметров при многофакторном статистическом анализе // *Прикладная информатика*. 2009. 1. С. 115-119.
24. Кондрашова Н. В., Павлов А. В., Павлов А. В., Павлов В.А. Адаптивная система классификаторов МГУА // *ScienceRise*. № 2. Том 3. 2014. С. 68-73.
25. Кенделл М. Ранговые корреляции. М.: Статистика. 1975.

METHODOLOGY OF UROLOGICAL THERAPY CATEGORICAL FACTORS PARAMETRIZATION FOR EVALUATION OF THE THERAPY EFFICIENCY

M.I. Geraskin

Russia, Samara National Research University

Abstract: The article considers the problem of the urolithiasis treatment process optimization by the criteria of the predicted result of treatment and the expected duration of hospitalization. The author suggests technique of parametrization of the urological therapy categorical factors. The technique allows to use Spearman's rank correlation coefficients for revealing closeness of connection of these factors with results of treatment. The outcomes of the research could be used for the further construction of regression models of the therapy efficiency.

Keywords: urolithiasis, correlation analysis, rank correlation, categorical factor

1. Apolikhin O. I., Sivkov A. V., Solntseva T. V., Komarova V. A. Epidemiologiya mochekamennoy bolezni v razlichnykh regionakh Rossiyskoy Federatsii, *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. Vypusk№ 3 , tom 1 , 2011. S. 167-176.
2. Rossolovskiy A. N., Berezinets O. L., Blyumberg B. I. Mochekamennaya bolezni': evolyutsiya predstavleniy (obzor) , *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. Vypusk№ 1 , tom 4 , 2014. S. 84-86.
3. Obshchaya zabolevayemost' vsego naseleniya Rossii za 2011, 2012, 2014 gg. <http://www.rosminzdrav.ru/documents>
4. Kuz'mina, F.M. Rasprostranennost' mochekamennoy bolezni u vzroslogo naseleniya krupnogo promyshlennogo goroda Kazani , Sitdykova M.E., Salyakhova L.Ye. , *Meditsinskiy vestnik Bashkortostana*. 2007. 2. S. 52-54.
5. Voronova Ye.I., Muravey L.A., Kostikov YU.A. Matematiko-statisticheskiye modeli prognozirovaniya effektivnosti operativnogo lecheniya nekotorykh zabolevaniy , *Inzhenernyy vestnik Dona: elektronnyy nauchnyy zhurnal*. 2013. №1. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive,n1y2014,1537>,
6. Amosov, N.M. Kiberneticheskiye metody i matematicheskoye modelirovaniye v biologii i meditsine , *Dialektiko-materialisticheskiy analiz osnovnykh metodov issledovaniya v biologii i meditsine*. Red. Gurvits S. S. Kiyev. Vishcha Shkola, 1972. S. 76-85.
7. Zimichev A.A. Prognozirovaniye razvitiya raka mochevogo puzyrya , A.A. Zimichev, M.B. Pryanichnikova, V.N. Maklakov , *Urologiya*. — 2009. -№4.-S. 48-51.
8. Zhernov A.A. Faktory prognoza v lechenii mestno-rasprostranennogo i metastaticheskogo raka predstatel'noy zhelezy , Avtoreferat dissertatsii. 2008. Tomsk. URL: http://www.oncology.tomsk.ru/nii/dis_sovet/autoreferat/june2008/Zhernov.doc
9. Zhernov A.A. Issledovaniye kachestva zhizni pri rake predstatel'noy zhelezy , A.A. Zhernov, V.V. Dvornichenko, Perepechin D.V., Ye.V. Kovalov , *Rossiyskiy onkologicheskiy zhurnal*. 2007. – №5. – S. 39-42.
10. Yekimova N.V., Lifshits V.B., Lomonosov A.V. K voprosu prognozirovaniya zhelchnokamennoy bolezni , *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2008. №1. S. 32-37.

11. Basova L.A., Karyakina O.Ye., Kochorova L.V., Martynova N.A., Kalinin A.G. Matematicheskaya model' dlya prognozirovaniya prodolzhitel'nosti stacionarnogo lecheniya pri vypolnenii vysokotekhnologichnykh operatsiy po ustraneniyu aritmiy, Kazanskiy meditsinskiy zhurnal. Vypusk № 1. tom 95. 2014. S. 91-94
12. Yekimov A. K., Aprelev A. Ye. Primeneniye matematicheskikh metodov dlya prognozirovaniya rezul'tatov lecheniya bol'nykh s priobretennoy miopiyei, Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. Vypusk № 12 (118-2). 2010. S. 64-67.
13. Borovets S.YU. Radikal'naya prostatektomiya: analiz neposredstvennykh rezul'tatov i prognozirovaniye iskhodov operatsii pri lokalizovannykh formakh raka predstatel'noy zhelezy, Avtoreferat dissertatsii URL: <http://dlib.rsl.ru/loader/view/01003054759?get=pdf>
14. Starodubtseva L. V. Prognozirovaniye, donozologicheskaya i differentsial'naya diagnostika mochekamennoy bolezni, Avtoreferat dissertatsii. Kursk 2009. URL: <http://tekhnosfera.com/>
15. Feofanova T.V., Martynov A.I., Fedoskova T.G. Regressionnaya model' zavisimosti i prognoza zabolevayemosti na osnove analiza immunnogo statusa i usloviy truda, XII Vserossiyskoye soveshchaniye po problemam upravleniya. URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/6657.pdf>
16. Popkov V. M., Fomkin R. N., Blyumberg B. I. Vozmozhnosti prognozirovaniya retsidiva raka prostaty posle HIFU-ablatsii s pomoshch'yu matematicheskogo modelirovaniya, Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal. № 2. tom 9. 2013. S. 314-320.
17. Karpukhin I.V., Krupin V.N., Sorokin D.A., Zorin D.G., Malinina O.YU., Puchkin A.B., Sevryukov F.A., Chebykin A.V. Transuretral'naya elektrokhirurgiya novogo pokoleniya (TURis) v lechenii zabolevaniy nizhnikh mochevykh putey i prostaty, Urologiya. 2007.-N 3.-S.28-35.
18. Morozov D. A., Morozova O. L., Zakharova N. B., Lakomova D. YU. Rannaya diagnostika i prognozirovaniye razvitiya nefroskleroza u detey s puzyrno-mochetochnikovym reflyuksom, Pediatricheskaya farmakologiya. № 3. Tom 9. 2012. S.1-2.
19. Makarenko T.A., Tskhay V.B., Ul'yanova I.O. Faktory riska i prognozirovaniye oslozhnennykh form gnoynykh vospalitel'nykh zabolevaniy pridatkov matki, Meditsina i obrazovaniye v Sibiri. № 1. 2012. S. 1-4.
20. Rumyantsev P.O., Rumyantseva U.V., Sayenko V.A. Statisticheskiye metody analiza v klinicheskoy praktike, Problemy endokrinologii, 2009.-N 5.-S.48-55.
21. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika. Per. s angl. M.: Praktika. 1999.
22. Velleman P.F., Wilkinson L. Nominal, ordinal, interval and ratio typologies are misleading, American Statistician. 1997. Vol. 47. Pp. 65-72.
23. Polyakov B.N. Effektivnyy metod ranzhirovaniya nezavisimyykh peremennykh i otbrasyvaniya nesushchestvennykh parametrov pri mnogofaktornom statisticheskom analize, Prikladnaya informatika. 2009. 1. S. 115-119.
24. Kondrashova N. V., Pavlov A. V., Pavlov A. V., Pavlov V.A. Adaptivnaya sistema klassifikatorov MGUA, ScienceRise. № 2. Tom 3. 2014. S. 68-73.
25. Kendell M. Rangovyye korrelyatsii. M.: Statistika. 1975.