

УДК 519.6

А.А.Максимова

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ *Российский новый университет*

*В данной работе проводится рассмотрение проблем, связанных с обработкой медицинских данных и возможностями улучшения качества диагностики. Указаны особенности статистической обработки данных, которые дают возможности получения максимально достижимой надежности для результатов анализа. Рассмотрены трудности, связанные со способами представления медицинской информации. Отмечено, что для удобства ее обработки используются механизмы визуализации. Приведены примеры инструментальных средств и методик, на основе которых получают медицинские изображения.*

**Ключевые слова:** медицинские данные, обработка, информационная система, изображение, статистика.

Успешность исследований, которые проводятся в медицинской сфере, определяется эффективностью применяемых методов. Выбор методов влияет как на построение теоретических медицинских моделей, так и на характеристики экспериментальных исследований [1-4].

Основываясь на медицинских данных, мы можем получить соответствующую информацию для анализа, но ее нельзя всегда рассматривать в качестве основы для того, чтобы однозначным способом идентифицировать заболевание. Это связано с тем, что происходят отклонения результатов измерений медицинских переменных от реальных значений, так как существуют неточности или погрешности.

Медицинская информация имеет вероятностную природу, вследствие этого ее оценка может происходить на основе определенных способов, (по объемам статистической выборки) и числу параметров (тестов), принимаемых во внимание.

Качество медицинской информации влияет на качество диагностики заболеваний и, исходя из этого, на требуемое лечение. Для улучшения качества медицинских данных, их обрабатывают и сохраняют в информационных системах, подобное возможно, так как произошло изменение взгляда на управление данными [5-8].

Осуществление управления и активного применения всей различной информации, поступающей непрерывным способом сквозь соответствующие подразделения в организации, необходимо считать как базу для мероприятий, связанных с ее эффективным развитием. В надежной информационной системе идет работа не только с алфавитно-цифровыми данными, но и с видеоданными, звуковыми файлами, документами, различной пространственной информацией, и она позволяет принимать своевременные и адекватные решения [9-12].

В общем, проведение интерпретации данных основывается на подходах, связанных с аргументацией. Аргументация начинается с того, что создаются гипотезы, которые дают возможности для объяснений происходящих явлений и процессов, при дальнейших верификациях относительно каждой из них, если говорят о подтверждениях или отменах. Те предложения, которые используются при процессах описаний соответствующей ситуации, симптома, признака и отношения, которые устанавливаются в признаках, в большой мере определяют влияние на процессы аргументации. Происходит комбинация подобных феноменов с неопределённостями, свойственными разным диагностическим процедурам. Как раз на основе таких комбинаций объясняются различные неоднозначности в медицинской информации.

То есть, нечеткость в медицинских наблюдениях ведет к тому, что нет стандартизованного медицинского словаря. Использование близких, но не в целом синонимичных терминов для одних и тех же понятий, или понятий, близких к данным с точки зрения терминологии, определяют источники семантических неоднозначностей и погрешностей.

При осуществлении анализа соответствующих источников медицинской литературы, и в тех случаях, когда описывают клинические случаи, мы можем часто встретить количественную и качественную неопределённость [13-17].

Существуют определенные трудности, связанные со способами представления медицинской информации. Отмечают следующие базовые проблемы для подобных областей:

- наличие большого количества специализированных терминологических систем, между которыми нет связей;
- существование различий в том, каким образом происходит толкование относительно используемых понятий и терминов;
- недостаточное внедрение технологий для того, чтобы отражать смысловое значение терминов;
- наличие трудностей, которые касаются того, что повторно используются кодированные данные в различных медицинских контекстах.

Среди базовых проблем применения статистических теорий в биомедицине мы можем указать аналоги по каким-либо способам извлечения знаний, использующихся в биологической и медицинской сферах [18-22]. Например, проводится анализ проблем относительно применения томографов в онкологической области. Или осуществляется анализ проблем использования радионуклидов в кардиологии.

Когда проводится классификация медицинских исследований, мы можем выделить такие уровни:

- 1) материальные - существуют необходимые томографы, компьютеры, радионуклиды и др.;
- 2) информационные - существуют требуемые знания, присутствует опыт, есть руководство, программы и т.д.;
- 3) организационные - существуют необходимые организационные структуры, работники, руководители или исполнители заинтересованы в конечном результате и т.д.

Мы можем встретиться с особенностями экспериментальных исследований в биомедицине. Многие из них проходят при весьма ограниченных количествах рассматриваемых объектов [23-26]. Среди таких объектов могут обнаружиться пациенты, которые являются как больными, так и здоровыми, растения, животные и т.д. Как пример, мы можем привести случай, когда при осуществлении сравнений эффективности относительно двух методик лечения используют наблюдения за группами больных, которые подвергаются лечению, с использованием методики 1, и за группами больных, которые подвергаются лечению с использованием методики 2. При этом, так как, в объектах исследования как относительно отдельных групп, так относительно групп сравнения, наблюдается довольно большая вариабельность (изменчивость), то необходимо осознавать, что любые наши выводы, которые получаются относительно определенной группы, являются не абсолютно надежными.

Мы можем проводить рассмотрение подобных примеров весьма большое количество.

В ряде случаев при обработке медицинских данных и принятии решений полезно использование методов искусственного интеллекта.

В подобных случаях исследователи стремятся к тому, чтобы делать соотношение таких выводов со всей анализируемой генеральной совокупностью, относительно которой осуществлялась выборка исследуемых объектов. Когда осуществляются процессы выборочного наблюдения, то мы в таких случаях под генеральной совокупностью понимаем все совокупности, относящиеся к тем объектам, которые реально существуют, для них на основе определенных способов происходят процессы извлечения совокупности выборочной [27-31].

Так как в подвергаемой анализу выборке существует только определенная часть из всей информации, входящую в генеральную совокупность, то по выводам, которые получаются для выборки, вообще говоря, нельзя говорить о том, что имеем абсолютную надежность. Вероятностные, случайные характеристики относительно комплектования выборки при довольно небольшом объеме выборки (если проводить ее сравнение с генеральной совокупностью) ведут к вероятностному характеру наших выводов.

Необходимо понимать, что для указанной ситуации требуется использовать такой статистический аппарат, в котором бы мы обеспечили максимально достижимую надежность для результатов анализа. Как основную цель при выборе адекватных методов в прикладной статистике, которые используют профессиональные биостатистики, мы можем отметить то, что для получения максимально надежных оценок по свойствам общей генеральной совокупности, важно максимальным образом использовать свойства существующей ограниченной выборки.

Для удобства медицинские данные во многих случаях визуализируются.

Направления, касающихся работ с графической информацией мы можем полагать как весьма важные, которые связаны с использованием компьютеров в медицинской сфере, их рассматривают в специальных подразделениях медицинской информатики, их объединяют в направления, связанными с анализом медицинских изображений.

Медицинские изображения можно считать как одни из довольно полезных средств, которые дают возможности для получения визуальной информации по внутренним структурам и функциям в человеческих телах. Их мы можем строить на базе радиологических или нерадиологических методов.

Одним из назначений радиологических методов является создание условий для того, чтобы обеспечить доступность для визуального восприятия информации, которую мы не можем воспринимать непосредственным образом при помощи зрения. Подобная информация (изображения по органам или частям органов) может быть получена исходя из природы излучения. Подобное излучение относится, большей частью, к электромагнитной природе. Мы можем полагать, что медицинские изображения для органов (medical imaging), которые получаем на базе средств радиологической диагностики, будут являться основными источниками информации в сфере здравоохранения. Для всех подобных способов при построении изображений используют вычислительные подходы.

Основываясь на нерадиологических способах, строят изображения, которые снимаются видеокамерами (эндоскопия) или производят фотографирование (микроскопические изображения в гистологии, патологии, дерматологическое изображение и т.д.). Такие типы изображений также мы можем преобразовать в цифровую форму и в дальнейшем идет их обработка.

При получении одно- или двумерных медицинских изображений мы можем использовать:

- электромагнитное излучение;
- ультразвуковое излучение.

В качестве подходов, связанных с получением двумерных медицинских изображений мы можем указать следующие:

- применение цифровой радиологии;
- использование компьютерной томографии;
- применение ядерного магнитного резонанса;
- использование ультразвуковых волн.

В качестве методик и источников для трехмерных изображений мы можем рассматривать:

- последовательности, связанные с радиологическими изображениями или томографическими изображениями динамических объектов;
- построение объемных томографических изображений компонентов недвижимого объекта.

Рассмотрим краткое описание по указанным методикам.

В рентгенологии (обычной радиологии) применяют ионизирующие излучения, связанные с источниками рентгеновских лучей. Мы можем утверждать то, что это является весьма распространенным способом для отделений радиологии. Регистрацию изображений осуществляют на основе пленки, которая является весьма чувствительной для рентгеновских лучей, и затем изображения с таких пленок можно переводить в цифровую форму.

Есть возможности для построения и непосредственно цифровых изображений, при этом исключается стадия рентгенографической пленки - в новых аппаратах, вместо пленок используют специальную матрицу.

При анализе на основе цифровой ангиографии существуют демонстрации сосудов, на основе того, что из изображений удаляются нежелательные структуры (кости и внутренние органы). Проведение исследований делают на основе двух этапов. Вначале получают изображения до того, как осуществили инъекцию контрастных веществ и проводят преобразование их в цифровой вид. Потом их используют для того, чтобы сделать маску, ее удаляют из изображений, их получают после осуществления инъекций. Если рассматривать компьютерную томографию, то также прибегают к рентгеновским лучам, но при этом рассматривают не единственное плоское изображение, проводят компьютерную обработку для нескольких изображений, которые снимали по разным направлениям.

При осуществлении процессов ядерно-магнитного резонанса на компьютерах идет восстановление изображений для тех радиосигналов, которые были получены, причем величина их интенсивности, а также продолжительности связана с тем, каковы биологические характеристики тканей. Не используя ионизирующую радиацию, ядерный магнитный

резонанс демонстрирует изображения, типы которых определяются процессами обменов веществ и тем, какие характеристики у ткани.

Для ультразвукового исследования используют звуковые колебания, которые характеризуются высокой частотой. Зонд испускает ультразвуковые импульсы и идет процесс приема отраженных импульсов, которые на базе пьезоэлектрических кристаллов осуществляют преобразование в электрические сигналы.

Идет преобразование сигналов, получаемых по нескольким параллельным каналам, цифровые формы, на основе того, что осуществляется обработка, происходит формирование требуемого изображения.

Цифровая обработка изображений может использоваться, исходя из следующих целей:

- достижение улучшений по характеристикам качества изображений, проведение компенсации дефектов для регистрирующих систем, и при процессах уменьшения шумов;
- осуществление расчетов для клинически важных количественных параметров (расстояний, площадей, объемов);
- для того, чтобы облегчить интерпретацию (распознают структуры, вычисляются дозы для лучевой терапии).

Заключение. Использование современных способов обработки медицинских данных дает возможности для повышения эффективности лечения, качества обслуживания больных, наглядности процессов, которые протекают в человеческих организмах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Золотухин О.В., Остащенко С.Л., Шуршуков Ю.Ю. Медико-социальная характеристика контингента больных с мочекаменной болезнью / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. С.15-18
2. Болгов С.В., Есауленко И.Э., Постникова И.В. Медико-социальный портрет пациентов стоматологического профиля / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. С.19-26.
3. Бугакова Е.Н., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Анализ медико-социальных факторов риска развития аллергических дерматитов / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2009. Т. 8. № 3. С. 795-798.
4. Чопоров О.Н., Разинкин К.А. Оптимизационная модель выбора начального плана управляющих воздействий для медицинских информационных систем / Системы управления и информационные технологии. 2011. Т. 46. № 4.1. С. 185-187.

5. Львович И.Я., Преображенский А.П., Орешкин М.А., Калаев В.Н. Разработка обучающей системы по генетическим показателям / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 4-6.
6. Цепковская Т.А. О характеристиках некоторых подходов, связанных с использованием геоинформационных технологий при прогнозировании заболеваний / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. С.102-105.
7. Болгов С.В., Разинкин К.А., Чопоров О.Н. Прогнозирование стоматологической заболеваемости по медико-биологическим и социально-гигиеническим факторам риска / Врач-аспирант. 2011. Т. 49. № 6.2. С. 294-301.
8. Махер Х.А., Наумов Н.В., Клименко Г.Я., Чопоров О.Н. Разработка и использование моделей для прогнозирования качества жизни беременных по их медико-социальным характеристикам / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10. № 4. С. 789-793.
9. Гладских Н.А., Голуб В.А., Семенов С.Н., Чопоров О.Н. Применение статистических методов прогнозирования и ГИС-технологий для мониторинга системы регионального здравоохранения / Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2008. № 1. С. 111-116.
10. Чопоров О.Н., Чупеев А.Н., Брегеда С.Ю. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании / Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 9. С. 92-94.
11. Преображенский Ю.П. Оценка эффективности применения системы интеллектуальной поддержки принятия решений / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2009. № 5. С. 116-119.
12. Калаев В.Н., Калаева Е.А., Преображенский А.П., Хорсева О.В. Регрессионный анализ в биологических исследованиях / Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 3. С. 755-759.
13. Попов С.С., Редькин А.Н., Вартамян К.Ф., Банов С.М., Преображенский Ю.П. Прогностические возможности маммосцинтиграфии с <sup>99m</sup>Tc-технетрилом в оценке показаний для проведения лимфодиссекции при раке молочной железы / Вестник экспериментальной и клинической хирургии. 2011. Т. IV. № 2. С. 294-297.
14. Брежнева Н.А., Преображенский Ю.П., Чуриков В.Н., Щербаков С.Я. Моделирование взаимосвязи социально-экономических критериев и характеристик деятельности ЛПУ / Вестник Воронежского

- государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 9. С. 177-181.
15. Преображенский Ю.П., Преображенская Н.С. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов принятия решений в клинической практике / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 83-89.
  16. Преображенский Ю.П., Шаталов М.М. Формирование решающих правил интеллектуальной поддержки решений врача при исследовании многокритериальных клинических объектов / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2008. № 3. С. 077-079.
  17. Скляр А.Г. Особенности построения медицинских систем / Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 13. С.123-126.
  18. Львович И. Я. Систематизация задач, решаемых при проведении современных медико-социальных исследований / И. Я. Львович, Н. А. Селезнева, О. Н. Чопоров // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 16. С. 23-28.
  19. Луцкий М. А. Инновационные нанотехнологии и регенеративная медицина / М. А. Луцкий, А. М. Земсков, В. П. Савиных, М. А. Смелянец // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 16. С. 4-7.
  20. Львович И. Я. Возможности стандартных инструментальных систем при проведении анализа медико-социальных данных / И. Я. Львович, Н. А. Селезнева, О. Н. Чопоров // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2016. № 16. С. 72-78.
  21. Чопоров О.Н. Оптимизация управления функционированием медицинских систем различного уровня / О.Н.Чопоров, И.Я.Львович, К.А.Разинкин, А.А.Рындин // Системы управления и информационные технологии. 2013. Т. 53. № 3. С. 100-104.
  22. Чопоров О.Н. Рационализация управления региональными системами на основе использования методов системного анализа, информационных и ГИС-технологий / О.Н. Чопоров, Н.А.Гладских, С.С.Пронин, М.И.Чудинов, С.Н.Семенов, К.Л. Матюшевский // Прикладные информационные аспекты медицины. 2007. Т. 10. № 2. С. 15-19.
  23. Преображенский Ю.П. Применение имитационно-семантического моделирования и полумарковских процессов принятия решений в клинической практике / Ю.П.Преображенский, Н.С.Преображенская // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 83-89.
  24. Преображенский Ю.П. Алгоритм нахождения оптимальной стационарной стратегии для марковских процессов принятия решений /



- Ю.П.Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2010. № 6. С. 81-82.
25. Калаев В.Н. Применение кластерного анализа в биологических исследованиях / В.Н.Калаев, Е.А.Калаева, В.Г.Артюхов, А.П.Преображенский // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2007. Т. 6. № 4. С. 1008-1014.
26. Артюхов В.Г. Параметры кислородсвязывающей функции гемоглобина человека, модифицированного оксидом углерода и УФ-светом / В.Г.Артюхов, Е.А.Калаева, О.В.Путинцева, А.П.Преображенский // Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. Т. 48. № 2. С. 177-184.
27. Подвальный С.Л. Эволюционные принципы построения интеллектуальных систем многоальтернативного управления / С.Л.Подвальный, Е.М.Васильев // Системы управления и информационные технологии. 2014. Т. 57. № 3. С. 4-8.
28. Подвальный С.Л. Многоальтернативное управление открытыми системами: концепция, состояние и перспективы / С.Л.Подвальный, Е.М.Васильев // Управление большими системами: сборник трудов. 2014. № 48. С. 6-58.
29. Подвальный С.Л. Многоальтернативное поведение в критических режимах как модель биологического процесса принятия решений / С.Л.Подвальный, Е.М. Васильев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2015. № 2. С. 105-113.
30. Подвальный С.Л. Интеллектуальные системы многоальтернативного управления: принципы построения и пути реализации / С.Л.Подвальный, Е.М.Васильев // В сборнике: XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. С. 996-1007.
31. Васильев Е.М. Модальное управление нестационарными системами / Е.М.Васильев, К.Ю.Гусев // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 8. С. 46-54.

A.A. Maksimova  
**THE METHODS OF PROCESSING MEDICAL DATA**  
*Russian new University*

*In this paper, consideration is given to problems associated with the processing of medical data, the possibilities of improving the quality of diagnosis. Indicated features of the statistical processing of the data that allow obtaining the maximum achievable reliability for the results of the analysis. Examples of tools based on which the obtained medical image. As methods and sources for three-dimensional images, we can consider the sequence associated with radiological images or tomographic images of dynamic time objects and construction of three-dimensional tomographic images of the components of the real object.*

**Keywords:** medical information processing, information system, image, statistics.

**REFERENCES**

1. Zolotukhin O.V., Ostashchenko S.L., Shurshukov Yu.Yu. Mediko-sotsial'naya kharakteristika kontingenta bol'nykh s mochekamennoy bolezn'yu / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2014. № 13. S.15-18
2. Bolgov S.V., Esaulenko I.E., Postnikova I.V. Mediko-sotsial'nyy portret patsientov stomatologicheskogo profilya / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2014. № 13. S.19-26.
3. Bugakova E.N., Klimenko G.Ya., Choporov O.N. Analiz mediko-sotsial'nykh faktorov riska razvitiya allergicheskikh dermatitov / Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2009. T. 8. № 3. S. 795-798.
4. Choporov O.N., Razinkin K.A. Optimizatsionnaya model' vybora nachal'nogo plana upravlyayushchikh vozdeystviy dlya meditsinskikh informatsionnykh sistem / Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii. 2011. T. 46. № 4.1. S. 185-187.
5. L'vovich I.Ya., Preobrazhenskiy A.P., Oreshkin M.A., Kalaev V.N. Razrabotka obuchayushchey sistemy po geneticheskim pokazatelyam / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. T. 6. № 1. S. 4-6.
6. Tsepkovskaya T.A. O kharakteristikakh nekotorykh podkhodov, svyazannykh s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologiy pri prognozirovani zabolevaniy / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2014. № 13. S.102-105.
7. Bolgov S.V., Razinkin K.A., Choporov O.N. Prognozirovanie stomatologicheskoy zabolevaemosti po mediko-biologicheskim i sotsial'no-gigienicheskim faktoram riska / Vrach-aspirant. 2011. T. 49. № 6.2. S. 294-301.
8. Makher Kh.A., Naumov N.V., Klimenko G.Ya., Choporov O.N. Razrabotka i ispol'zovanie modeley dlya prognozirovaniya kachestva

- zhizni beremennykh po ikh mediko-sotsial'nym kharakteristikam / Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2011. T. 10. № 4. S. 789-793.
9. Gladskikh N.A., Golub V.A., Semenov S.N., Choporov O.N. Primenenie statisticheskikh metodov prognozirovaniya i GIS-tekhnologiy dlya monitoringa sistemy regional'nogo zdravookhraneniya / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii. 2008. № 1. S. 111-116.
  10. Choporov O.N., Chupeev A.N., Bregeda S.Yu. Metody analiza znachimosti pokazateley pri klassifikatsionnom i prognosticheskom modelirovanii / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2008. T. 4. № 9. S. 92-94.
  11. Preobrazhenskiy Yu.P. Otsenka effektivnosti primeneniya sistemy intellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2009. № 5. S. 116-119.
  12. Kalaev V.N., Kalaeva E.A., Preobrazhenskiy A.P., Khorseva O.V. Regressionnyy analiz v biologicheskikh issledovaniyakh / Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2007. T. 6. № 3. S. 755-759.
  13. Popov S.S., Red'kin A.N., Vartanyan K.F., Banov S.M., Preobrazhenskiy Yu.P. Prognosticheskie vozmozhnosti mammostsintigrafii s 99mTc-tekhnetrilom v otsenke pokazaniy dlya provedeniya limfodisseksii pri rake molochnoy zhelezy / Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii. 2011. T. IV. № 2. S. 294-297.
  14. Brezhneva N.A., Preobrazhenskiy Yu.P., Churikov V.N., Shcherbakov S.Ya. Modelirovanie vzaimosvyazi sotsial'no-ekonomicheskikh kriteriev i kharakteristik deyatel'nosti LPU / Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2009. T. 5. № 9. S. 177-181.
  15. Preobrazhenskiy Yu.P., Preobrazhenskaya N.S. Primenenie imitatsionno-semanticheskogo modelirovaniya i polumarkovskikh protsessov prinyatiya resheniy v klinicheskoy praktike / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2010. № 6. S. 83-89.
  16. Preobrazhenskiy Yu.P., Shatalov M.M. Formirovanie reshayushchikh pravil intellektual'noy podderzhki resheniy vracha pri issledovanii mnogokriterial'nykh klinicheskikh ob"ektov / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2008. № 3. S. 077-079.
  17. Sklyar A.G. Osobennosti postroeniya meditsinskikh sistem / Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2014. № 13. S.123-126.
  18. L'vovich I. Ya. Sistematizatsiya zadach, reshaemykh pri provedenii sovremennykh mediko-sotsial'nykh issledovaniy / I. Ya. L'vovich, N. A.

- Selezneva, O. N. Choporov //Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2016. № 16. S. 23-28.
19. Lutskiy M. A. Innovatsionnye nanotekhnologii i regenerativnaya meditsina / M. A. Lutskiy, A. M. Zemskov, V. P. Savinykh, M. A. Smelyanets //Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2016. № 16. S. 4-7.
  20. L'vovich I. Ya. Vozmozhnosti standartnykh instrumental'nykh sistem pri provedenii analiza mediko-sotsial'nykh dannykh / I. Ya. L'vovich, N. A. Selezneva, O. N. Choporov// Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2016. № 16. S. 72-78.
  21. Choporov O.N. Optimizatsiya upravleniya funktsionirovaniem meditsinskikh sistem razlichnogo urovnya / O.N.Choporov, I.Ya.L'vovich, K.A.Razinkin, A.A.Ryndin // Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii. 2013. T. 53. № 3. S. 100-104.
  22. Choporov O.N. Ratsionalizatsiya upravleniya regional'nymi sistemami na osnove ispol'zovaniya metodov sistemnogo analiza, informatsionnykh i GIS-tekhnologiy / O.N. Choporov, N.A.Gladsikh, S.S.Pronin, M.I.Chudinov, S.N.Semenov, K.L. Matyushevskiy // Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny. 2007. T. 10. № 2. S. 15-19.
  23. Preobrazhenskiy Yu.P. Primenenie imitatsionno-semanticheskogo modelirovaniya i polumarkovskikh protsessov prinyatiya resheniy v klinicheskoy praktike / Yu.P.Preobrazhenskiy, N.S.Preobrazhenskaya // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2010. № 6. S. 83-89.
  24. Preobrazhenskiy Yu.P. Algoritm nakhozheniya optimal'noy statsionarnoy strategii dlya markovskikh protsessov prinyatiya resheniy / Yu.P.Preobrazhenskiy // Vestnik Voronezhskogo instituta vysokikh tekhnologiy. 2010. № 6. S. 81-82.
  25. Kalaev V.N. Primenenie klasternogo analiza v biologicheskikh issledovaniyakh / V.N.Kalaev, E.A.Kalaeva, V.G.Artyukhov, A.P.Preobrazhenskiy // Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemakh. 2007. T. 6. № 4. S. 1008-1014.
  26. Artyukhov V.G. Parametry kislorodsvyazyvayushchey funktsii gemoglobina cheloveka, modifitsirovannogo oksidom ugleroda i UF-svetom / V.G.Artyukhov, E.A.Kalaeva, O.V.Putintseva, A.P.Preobrazhenskiy // Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya. 2008. T. 48. № 2. S. 177-184.
  27. Podval'nyy S.L. Evolyutsionnye printsipy postroeniya intellektual'nykh sistem mnogoal'ternativnogo upravleniya / S.L.Podval'nyy, E.M.Vasil'ev // Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii. 2014. T. 57. № 3. S. 4-8.

28. Podval'nyy S.L. Mnogoal'ternativnoe upravlenie otkrytymi sistemami: kontseptsiya, sostoyanie i perspektivy / S.L.Podval'nyy, E.M.Vasil'ev // Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov. 2014. № 48. S. 6-58.
29. Podval'nyy S.L. Mnogoal'ternativnoe povedenie v kriticheskikh rezhimakh kak model' biologicheskogo protsessa prinyatiya resheniy / S.L.Podval'nyy, E.M. Vasil'ev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii. 2015. № 2. S. 105-113.
30. Podval'nyy S.L. Intellektual'nye sistemy mnogoal'ternativnogo upravleniya: printsipy postroeniya i puti realizatsii / S.L.Podval'nyy, E.M.Vasil'ev // V sbornike: XII vserossiyskoe soveshchanie po problemam upravleniya VSPU-2014 Institut problem upravleniya im. V.A. Trapeznikova RAN. 2014. S. 996-1007.
31. Vasil'ev E.M. Modal'noe upravlenie nestatsionarnymi sistemami / E.M.Vasil'ev, K.Yu.Gusev // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2008. T. 4. № 8. S. 46-54.