

Российская академия естественных наук
Воронежская государственная медицинская академия
им. Н.Н. Бурденко
Воронежский государственный технический университет
Воронежский институт высоких технологий

БИОМЕДКИБЕРНЕТИКА

Монография

Под общей редакцией Заслуженного работника
высшей школы РФ, доктора медицинских наук,
профессора И.Э. Есауленко

Воронеж
Издательство «Научная книга»
2014

УДК 61:681.518

ББК 5:32.81я73

Б 63

Рецензенты: д.м.н., проф. **Борисов В.А.**

д.т.н., проф. **Квасова Л.В.**

Б 63 Биомедкибернетика: Монография/ И.Э. Есауленко, Я.Е.

Львович, О.В. Родионов и др.; под общей редакцией д.м.н.,

проф. И.Э. Есауленко. - Воронеж: Изд-во «Научная книга»,

2014. - 447 с.

ISBN 978-5-98222-848-2

Авторский коллектив: д.м.н., проф. Есауленко И.Э.; д.т.н., проф. Львович Я.Е.; д.т.н., проф. Родионов О.В.; д.м.н., проф. Бахметьев В.И.; д.м.н., проф. Коровин Е.Н.; проф. Кунин В.А.; д.т.н., проф. Львович И.Я.; д.м.н., проф. Фролов М.В.; д.т.н., д.м.н., проф. Луцкий М.А.; д.м.н., проф. Ширяев О.Ю.; д.т.н., проф. Федорков Е.Д.; д.м.н., проф. Назаренко Е.А.; д.м.н., проф. Нехаенко Н.Е., д.м.н., проф. Коротких И.Н.; д.м.н. Енькова Е.В.; д.м.н., проф. Летникова Л.И.; д.м.н., проф. Бурлачук В.Т.; к.м.н., доц. Гафанович Е.Я.; к.т.н., доц. Баранов Р.Л.; к.т.н. Боброва Н.И.; к.т.н., доц. Измайлов В.Б.; Иванов С.М.; Фролов В.М.

В монографии излагается комплексный подход к управлению биологическими и медицинскими системами, организация рациональной системы здравоохранения с применением информационных и компьютерных технологий. Теоретический материал сопровождается многочисленными примерами.

Книга предназначена для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в области управления системами здравоохранения, практических врачей и организаторов здравоохранения.

УДК 61:681.518

ББК 5:32.81я73

Б 63

ISBN 978-5-98222-848-2

© Коллектив авторов, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Для биологических (живых) систем характерной особенностью являются сохранительные свойства, поддерживающие их стационарное состояние и обеспечивающие постоянство внутренней среды на основе гомеостаза, являющегося результатом одновременного действия регуляторных механизмов, работающих по принципу автоматических регуляторов с отрицательной обратной связью. В современной биологии и медицине все больше уделяется внимания автоматизации управления физиологическими функциями организма в условиях патологии и при экстремальных нагрузках, созданию биотехнических систем, представляющих совокупность взаимосвязанных биологических и технических систем или объектов.

При патологиях, экстренной помощи в реанимационных отделениях, проведении операций все шире используются биотехнические системы, основой которых также являются локальные регуляторы.

Особенности биосистем и задачи, которые ставятся при исследовании, обуславливают необходимость их анализа. При проектировании биотехнических систем решаются задачи анализа и синтеза, оценки устойчивости и качества, а в ряде случаев и физиологических систем, на основе теории автоматического регулирования и управления.

Повышение эффективности управления медицинскими системами связано с применением разнообразных методов моделирования и оптимизации. В большинстве случаев их используют для рационализации лечебно-диагностического процесса или функционирования лечебно-профилактических учреждений без учета временных изменений характеристик и показателей. Такой подход не позволяет в полной мере использовать математические методы для управления медицинскими системами.

В практике лечения приходится считаться с врачебным искусством, с опытом и врачебной интуицией. Однако для повышения эффективности лечения заболеваний необходимо управление процессом лечения. Наибольшие трудности возникают при постановке задачи оптимального лечения медленно протекающих хронических терапевтических заболеваний, нарушение функций одной или нескольких локальных систем регуляции физиологических параметров

приводит к необходимости управления той или иной физиологической системой в процессе лечения заболевания, направленного на восстановление нарушенных функций организма. Для повышения эффективности лечения заболеваний возникает задача управления этим процессом на основе экспертной, архивной, текущей информации. Значительный объем информации при управлении системой здравоохранения требует применения средств вычислительной техники и математических методов, автоматизированных и компьютерных интеллектуальных систем управления.

Медицинские системы относятся к дуальным динамическим объектам, характеризующимися микро- и макродинамикой.

Разработка математических методов, ориентированных на дуальные динамические объекты, дает возможность оптимизировать управление для различных временных интервалов лечения хронических заболеваний, функционирования лечебно-профилактических учреждений и региональных систем здравоохранения.

Повышение эффективности управления системами здравоохранения связано с применением методов моделирования, оптимизации и компьютеризации процессов управления на региональном, административном уровне и на уровне объектов медицинских систем. Однако их используют без учета временных изменений характеристик и показателей, что не позволяет получить адекватное отображение процессов в их математическом описании, что снижает эффективность интеллектуальной поддержки руководителей органов управления при принятии решений, не обеспечивает учет сложности систем, иерархичности, многоуровневости, многоаспектности.

Если на уровне систем здравоохранения, характеризующихся медленной динамикой показателей их функционирования, корректируют управление за счет экспертной информации, то на нижнем уровне управления (объектов и процессов) без применения методов оптимизации не удастся получить положительные результаты. В этих условиях управленческие решения должны реализовываться на региональном, административном уровне с последующей детализацией для отдельных территориальных единиц и объектов систем здравоохранения, а также на уровне процессов, протекающих в них.

Особое место среди новых медицинских технологий занимают геоинформационные технологии. Применение геоинформационных систем (ГИС) позволяют проводить комплексную оценку ситуации и

создает основу для принятия более точных и разумных решений в процессе управления системой здравоохранения.

Поэтому возникает необходимость многовариантного моделирования процессов в территориально распределенной системе здравоохранения с учетом прогнозных оценок на базе геоинформационных технологий и разработкой системы принятия решений для дальнейшего представления информации на любой уровень управления территориально распределенной системой здравоохранения.

На основе геоинформационных исследований системы здравоохранения муниципальных районов и врачебных участков поликлинических регионов проводится оценка объемов обслуживания и ресурсного обеспечения с учетом комфортности проживания и риска заболеваемости.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Методы и критерии статистического анализа биомедицинской информации	6
1.1. Основы теории вероятностей и математической статистики	6
1.2. Дисперсионный анализ	10
1.3. Корреляционный и регрессионный анализ.....	20
2. Гомеостаз и автоматическое регулирование в биосистемах	29
2.1. Понятие гомеостаза биосистем.....	29
2.2. Системы регулирования физиологических параметров....	30
2.3. Биотехнические системы.....	35
3. Специфика живых систем и управление физиологическими системами в условиях патологии	42
3.1. Определение биологической (живой) системы.....	42
3.2. Структурные схемы управления в биосистемах	42
3.3. Основы сохранения свойств биосистем и иерархия целей живых систем.....	45
3.4. Активное и пассивное управление в биосистемах.....	46
3.5. Патология в физиологических системах и понятие..... процесса лечения заболеваний.....	47
4. Анализ и синтез биологических и биотехнических систем.....	49
4.1. Принципы построения, классификация и методика анализа и синтеза автоматических систем.....	49
4.2. Статические и динамические характеристики звеньев биологических и биотехнических систем.....	53
4.3. Устойчивость и качество биологических и биотехнических систем	69

5. Методы классификации и моделирования лечебно-диагностических процессов	90
5.1 Экспериментально-статистические методы математического описания биомедицинских систем	90
5.2. Методы классификации на основе кластерного и дискриминантного анализа	101
5.3. Нейросетевое моделирование	114
6. Алгоритмы и методология построения моделей для прогнозирования состояния больного.....	128
6.1. Построение моделей для прогнозирования по архивному материалу	128
6.2. Прогнозирование по экспертным оценкам	167
6.3. Прогнозирование по текущей информации.....	176
7. Применение математических методов при выборе тактики лечения заболеваний.....	189
7.1. Особенности и принципы управления физиологическими системами при лечении заболеваний	189
7.2. Применение математических методов прогнозирования	195
7.3. Применение математических методов оптимизации.....	198
7.4. Имитационный подход при выборе тактики лечения.....	206
8. Рациональное управление лечебно-диагностическими процессами	211
8.1. Методы интеллектуальной поддержки принимаемых решений при выборе тактики лечения заболеваний	211
8.2. Методы стохастической оптимизации для алгоритмизации процессов принятия решений	213
8.3. Адаптивное управление процессами лечения заболеваний.....	218
8.4. Выбор оптимальной тактики лечения заболеваний путем имитационного эксперимента	246
8.5. Алгоритмизация и логическое моделирование процессов диагностики выбора тактики лечения заболеваний	274
8.6. Оценка хирургической компоненты с применением логической модели и теории игр	316

9. Компьютерные интеллектуальные системы управления в здравоохранении.....	325
9.1 Автоматизированные системы диагностики, прогнозирования и выбора лечебно-диагностических мероприятий	325
9.2 Автоматизированное рабочее место отделения многопрофильного стационара.....	337
10. Теоретические и методологические основы исследования территориально распределенных систем здравоохранения	340
10.1 Методология исследования территориально распределенной системы здравоохранения на основе многовариантного подхода	340
10.2 Методика геоинформационной составляющей трансформации информации и анализа территориально распределенной системы	348
10.3 Анализ и визуализация информации состояния территориально распределенной системы медицинского обслуживания населения региона.....	354
10.4. Динамика и прогнозирование развития заболеваемости в региональной системе здравоохранения.....	378
11. Рациональная организация медицинской помощи в региональной системе здравоохранения.....	391
11.1. Оптимизация объема медицинской помощи на основе уровня риска заболеваемости.....	391
11.2. Метод оценки и прогнозирования обращаемости населения в лечебно-профилактические учреждения	399
11.3. Оптимизация ресурсного обеспечения в системе здравоохранения региона	404
11.4. Система управления медицинским обслуживанием населения региона на основе моделей конечных результатов.....	408
Заключение.....	415
Библиографический список	416
Приложения.....	438

Научное издание

Есауленко Игорь Эдуардович
Львович Яков Евсеевич
Родионов Олег Валерьевич и др.

БИОМЕДКИБЕРНЕТИКА

Монография

Издание публикуется в авторской редакции

Дизайн обложки С.А.Кравец

Подписано в печать 30.03.2014. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ.л. 28,0. Заказ 000. Тираж 500 экз.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г.Воронеж, ул. 60-й Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru/>

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52.
Тел.: (473)261-03-61