

Istomin Boris Aleksandrovich
Penza State University
E-mail: bob-magni@ya.ru
40, Krasnaya street, Penza, 440026, Russia.
Phone: +78412563511.

УДК 615.47

Т.В. Истомина, Н.П. Ординарцева

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Рассмотрена специфика медицинских измерений и медицинской диагностики с учётом свойств медико-биологических объектов как объектов измерения.

Биологический объект; медико-биологические исследования; диагностика; измерение; погрешность; достоверность.

T.V. Istomina, N.P. Ordinartseva

METHODS TO RAISE RELIABILITY RESULTS IN MEDICAL DIAGNOSIS

Specific features of medical measurement and medical diagnosis are presented due to specifications of medical-biological subjects as objects of measurement.

Biological subject; medical-biological research; diagnosis, measurement; error; accuracy; reliability.

Результативность любого лечения во многом определяется достоверностью результатов медицинской диагностики.

Важность обеспечения единства и правильности диагностических данных и точной дозировки лечебных процедур ни у кого не вызывает сомнения. Достоверность результатов медицинской диагностики, т.е. вероятность правильности установленного заключения о сущности болезни и состоянии пациента в принятой медицинской терминологии, является важнейшим показателем медицинской деятельности [1].

Однако следует обратить внимание, что в случае медико-биологической диагностики информативным является не абсолютное значение измеряемого параметра в физических единицах, а отклонение измеренного значения от индивидуальной или групповой нормы, в свою очередь являющейся лишь оценкой реального диагностического правила. Диагностическая ценность измерения в «единицах нормы» зависит от точности установки границ нормы и патологии и вариации физиологического параметра. В данном случае «нормой» являются оценки по измеряемому физиологическому параметру выборок здоровых и больных данной формой заболевания. Иными словами, в силу специфики медико-биологической диагностики информативным является не столько сам результат измерения, а его сопоставление с индивидуальной или групповой нормой. Так, в терапевтических процедурах важным является не только мощность источника, воздействующего на пациента, но и количество энергии, рассеиваемой непосредственно в теле пациента.

Биологический объект – стохастическая нестационарная нелинейная система с распределёнными параметрами. То есть система, состояние которой может быть определено только с некоторой вероятностью, её параметры изменяются во времени и зависят от места измерения внутри или на поверхности организма. Условия, при которых систему можно считать детерминированной, стационарной, линейной

и с сосредоточенными параметрами, определить достаточно трудно, а в общем случае – невозможно. Количество переменных, которые, по крайней мере, на первом этапе, необходимо учитывать при исследовании биологической системы, очень велико [2].

Достоверность диагностического решения (1 – абсолютное здоровье по исследуемому виду диагностики; 2 – требуется регулярное обследование с целью не пропустить момент ухудшения состояния пациента; 3 – срочно требуется лечение) в каждом из перечисленных случаев определяется вероятностью правильного решения и характеризуется ошибками α и β (ошибками 1-го и 2-го рода). По сути дела достоверность диагностической процедуры определяется достоверностью используемой модели медицинских измерений. Выбор той или иной модели относится к задаче принятия решений. Вопрос о степени адекватности используемых моделей возникает в случае противоречия между результатами измерений (несопоставимость результатов измерений одной и той же измеряемой величины) или противоречия между предсказанными и реальными данными измерений, что говорит о незнании истинных свойств биомедицинского объекта в многомерном пространстве признаков. Статистические же критерии не могут доказать «истинность» той или иной модели, они могут лишь констатировать, что выбранная модель не противоречит экспериментальным данным.

Медицинская техника, как сложна бы она не была, «воспринимает» биологический объект – пациента – лишь как весьма упрощённую модель, анализируя или изменяя, как правило, только один вид сигнала или физического поля. Для ЭКГ пациент – источник электрического тока, для УВЧ аппарата – проводящая среда, которая нагревается вследствие энергии электромагнитного поля.

Перспектива дифференциальной диагностики и возможность делимости выборки (здоровых и больных) на самостоятельные подклассы для индивидуализации стандартных методов лечения возможна только при заранее известной точности получения объективной информации. Повышение точности и достоверности диагностической информации возможно за счёт использования системных технологий, одной из которых является планирование эксперимента [3].

Под планированием эксперимента понимают процедуру выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи.

Задачами медицинской диагностики являются:

- ◆ определение количественных значений тех или иных биологических признаков;
- ◆ определение принадлежности медико-биологического объекта к классу эквивалентности (абсолютное здоровье, необходимость врачебного наблюдения, необходимость лечения).

При решении этих задач к неопределённым относятся следующие факторы:

- ◆ выбор биологического признака;
- ◆ определение измеряемой физической величины, связанной с биологическим признаком;
- ◆ принцип измерения физической величины;
- ◆ метод измерения физической величины;
- ◆ средство измерения;
- ◆ алгоритм обработки полученных экспериментальных данных;
- ◆ объём измерений (в случае многократного наблюдения измеряемой физической величины).

Перечисленные факторы множества элементов процедуры измерения представляют собой множество альтернатив θ . На начальном этапе построения множе-

ства альтернатив часто пользуются опытом решения аналогичных задач, знанием объекта исследования (биологический признак => измеряемая величина), условий измерений, свойств средств измерений.

При определении оценок принадлежности медико-биологического объекта к классу эквивалентности добавляется еще один фактор – параметр решающей функции.

Состояние обследуемого зависит от многих клинических показателей, и учет их в полном объеме невозможен, поэтому возникает задача выбора оптимальной номенклатуры этих показателей.

В свою очередь планирование медицинских измерений может быть подразделено:

- ◆ на планирование медицинских измерений при обеспечении требуемой точности измерений;
- ◆ планирование медицинских измерений, регистрируемых у человека в динамике;
- ◆ планирование медицинских измерений на основе однократного плана измерений;
- ◆ планирование медицинских измерений на основе многократного плана измерений.

Задача планирования измерительной процедуры определяет пару $\{\theta, КО\}$, где θ – множество возможных альтернатив, КО – критерий оптимальности, которым может быть один из показателей качества медицинских измерений или достоверность диагностической информации. При этом необходимо учитывать, что довольно часто получение значения измеряемой величины не является конечной целью, и измерительная процедура есть лишь часть более общей процедуры принятия решений. Но даже в чисто измерительном процессе после получения результата измерения необходима оценка удовлетворительности результата предъявляемым к нему требованиям. В этом случае качество медицинских измерений, его метрологические аспекты – один из важнейших факторов, характеризующих правильность принятия решений [4].

Связь между качеством медицинской измерительной процедуры и качеством процедуры принятия решения очень не проста, поскольку именно конечная цель (правильность принятия решения) определяет требования к качеству измерительной процедуры, что и необходимо учитывать при организации измерительного процесса и, в частности, при выборе критерия оптимальности последней. Такими критериями могут служить: обеспечение требуемой точности измерений, обеспечение требуемой правильности измерений, обеспечение требуемой сходимости измерений, обеспечение рационального соотношения между составляющими погрешности и т.д. [3]. Следует предусмотреть возможность появления ситуаций, в которых требования к качеству измерений не удаётся формализовать с использованием единственного критерия оптимальности.

Таким образом, задача планирования медицинских измерений является в общем случае многофакторной и многокритериальной задачей планирования измерений, в которой критериями выступают характеристики качества, а факторами – параметры измерительной процедуры, ограничениями же являются границы их изменения. Формализованная постановка общей задачи планирования медицинских измерений при диагностической процедуре представлена в табл. 1.

Правильная постановка задачи при проведении измерительно-диагностического медицинского эксперимента с учетом показателей и критериев, представленных в таблице, во многом определяет практически достижимую степень повышения достоверности результатов медико-биологических исследований.

Таблица 1

Показатель	Задача планирования медицинских измерений	Задача принятия решений
Множество альтернатив θ	<i>Элементы процедуры медицинских измерений</i>	<i>Модели элементов процедуры медицинских измерений</i>
	биологический признак	модель биологического признака f
	физическая величина	уравнение измерения $Y=f(X)$
	принцип измерения	совокупность физических принципов, на которых основано измерение
	метод измерения	модель организации взаимодействия средства измерения с f
	средство измерения	модель статических и динамических характеристик, случайных и систематических погрешностей средства измерения
	алгоритм обработки экспериментальных данных	зависимость результата измерения от непосредственно измеряемой величины, влияющих величин, параметров измерительного эксперимента
	алгоритм оценивания характеристик погрешности результата измерения	модель погрешности результата измерения. Зависимость характеристик погрешности результата измерения от погрешностей непосредственно измеряемых величин, значений измеряемой и влияющих величин, параметров измерительного эксперимента и характеристик средства измерения
Критерий оптимизации КО	обеспечение требуемой точности измерений	поиск экстремума (максимума или минимума) заданного функционала
	обеспечение требуемой правильности измерений	
	обеспечение требуемой сходимости измерений ⁴	
	обеспечение рационального соотношения между составляющими погрешности	
	обеспечение одновременно нескольких упомянутых выше требований	использование квалитметрических методов

Предложенный подход позволит усовершенствовать существующие методики диагностики, а также может быть полезным при разработке новых методик измерения медико-биологических параметров объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попечителев Е.П.* Методы медико-биологических исследований. Системные аспекты: Учебн. пособие. – Житомир: ЖИТИ, 1997. – 186 с.
2. *Истомина Т.В., Киреев А.В., Истомина Е.В.* Особенности измерения и интерпретации параметров ПЭС биологических объектов // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: труды Международной научно-технической конференции (Россия, г. Пенза, 22-24 октября 2008 г.) Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2008. – 174 с.
3. *Слаев В.А., Чуновкина А.Г., Чурсин А.В.* Повышение качества измерений планированием измерительной процедуры // Измерительная техника. – 1999. – № 10. – С. 9-13.
4. *Истомина Т.В., Ординарцева Н.П.* Вопросы метрологии в задачах медико-биологической диагностики // Известия ЮГУ. Технические науки. – 2009. – № 10 (99). – С. 44-48.

Истомина Татьяна Викторовна

Пензенская государственная технологическая академия.
E-mail: istom@mail.ru.
440605, г. Пенза, проезд Байдукова, ул. Гагарина, д. 1а/11.
Тел.: 8841496155.

Ординарцева Наталья Павловна

Пензенский государственный университет.
E-mail: nat@rclink.ru.
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел.: 88412368233.

Istomina Tatiana Viktorovna

Penza State Technological Academy.
E-mail: istom@mail.ru.
1a/11. Gagarina street, Bajdukova tr., Penza, 440605, Russia.
Phone: +7841496155.

Ordinartseva Natalia Pavlovna

Penza State University.
E-mail: nat@rclink.ru.
40, Krasnaya street, Penza, 440026, Russia.
Phone: +78412368233.

УДК 615. 47

Т.В. Истомина, Е.А. Шамин

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКОГО АЛГОРИТМА ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ УЧАСТКОВ КАРДИОСИГНАЛА

Дано описание алгоритма анализа сердечного сокращения с элементами адаптации к уровню низкочастотных помех посредством системы управления, основанной по нечеткой логике. Дано описание проблемной области. Доказан выбор прикладного устройства, которое позволило достичь необходимого уровня адаптации к уровню отклонения изолинии. Описан двухэтапный алгоритм поиска информационного сердечного сокращения участка электрокардиосигнала.

Аппарат нечеткой логики; электрокардиосигнал; двухэтапный алгоритм.