

УДК 615.47

Т.В. Истомина, Н.П. Ординарцева**ВОПРОСЫ МЕТРОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ
ДИАГНОСТИКИ**

Рассмотрены метрологические аспекты медико-биологических исследований и специфика свойств биологических объектов как объектов измерения.

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

T.V. Istomina, N.P. Ordinartseva**METROLOGY SCIENCE REFERS TO TASKS OF MEDICAL-BIOLOGY
DIAGNOSTICS**

Metrological aspects of medical-biological research and specific features of biological subjects as objects of measurement were given above.

Biological subject; medical-biological research; measurement; error.

Любой биологический объект характеризуется определённой электрической активностью, которая может быть как собственной (обусловленной возникновением трансмембранных потенциалов в процессе функционирования живых клеток организма), так и вызванной (обусловленной воздействием на организм внешнего электрического тока) [1]. Собственная энергетическая активность организма определяется электрической активностью отдельных клеток, взаимодействием между ними, а также структурой органов и происходящими в них процессами регуляции. Биомедицинская диагностика, связанная с исследованием электрической активности организма, получила значительное распространение в последнее время.

Исходная информация о параметрах объекта исследования содержится в параметрах исходящих от него «порождающих» полей, в то время как основной формой передачи, хранения, преобразования и обработки информации в технических системах является электрический сигнал [2]. Диагностика исследуемого биообъекта сводится к процессу формирования электрических сигналов как эквивалентов некоторого порождающего поля, последующей обработке полученного электрического сигнала и интерпретации полученной измерительной информации в медико-биологической трактовке. Качество любой измерительной процедуры, в том числе и качество медицинских измерений, определяется метрологическими характеристиками используемых технических средств и методик выполнения измерений. Этими характеристиками определяется достоверность получаемой диагностической информации и эффективность назначаемого лечения.

Процедура получения медико-диагностической информации показана на рис. 1. Она включает в себя получение измерительной информации первичным измерительным преобразователем (ПП) – $X_{вх ПП}$. При этом отметим, что некоторые типы ПП, используемые в медико-биологической практике, могут включать длинные цепочки модификаций порождающего биообъектом поля до момента, пока не будет получен сигнал в электрической форме. Это приводит к появлению методических погрешностей получения первичного электросигнала $\Delta_{метПП}$.

Однако биообъект, как объект измерения, имеет определённую специфику. Эта специфика проявляется в том, что порождающее поле исследуемого биообъек-

Раздел I. Фундаментальные основы медицинского приборостроения

та изначально содержит искажения, обусловленные воздействием внешних и внутренних помех. Внешние помехи являются действием электромагнитных и гравитационных полей, окружающих биообъект и воздействующих на него. Внутренние помехи наводятся порождающими полями других внутренних органов диагностируемого объекта, которые, в свою очередь, также находятся под воздействием внешних электромагнитных и гравитационных наводок. Погрешности, обусловленные вмешательством в биосистему внешних и внутренних порождающих полей, прямым весом входят в суммарную погрешность медицинских измерений ($\Delta_{\text{внеш.}}$, $\Delta_{\text{внут.}}$).

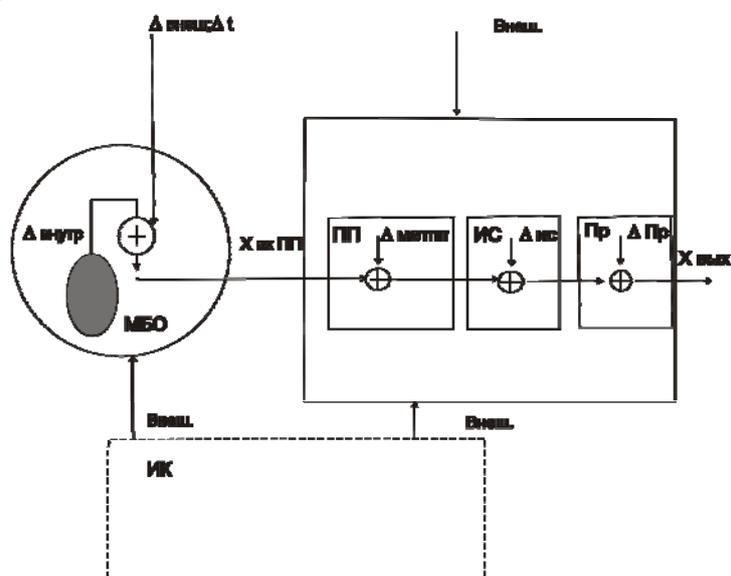


Рис. 1. Процедура получения медико-диагностической информации:
 МБО – медико-биологический объект; ПП – первичный преобразователь;
 $X_{\text{вх ПП}}$ – входной сигнал ПП; $\Delta_{\text{метПП}}$ – методическая погрешность получения
 первичного электросигнала ПП; $\Delta_{\text{внеш.}}$, $\Delta_{\text{внут.}}$ – погрешности вмешательства
 в биосистему внешних и внутренних порождающих полей; Δ_t – дополнительная
 погрешность от температуры с учётом режима теплообмена объект – прибор;
 $\Delta_{\text{ИС}}$ – погрешность, вносимая измерительной схемой диагностической системы;
 $\Delta_{\text{Пр}}$ – погрешность программной части диагностической системы

Внешние помехи могут включать перекрёстные помехи от влияния других измерительных каналов медицинской диагностической системы, что на рис. 1 отражено пунктиром.

Важным показателем в организации медико-биологических измерений является обеспечение контакта ПП с биообъектом. Этот контакт является одним из главных источников возникновения специфических для этого вида измерений методических погрешностей. Конкретно эти погрешности могут проявляться не только во взаимном влиянии друг на друга средства измерения и биообъекта, но и в неточном выполнении процедуры измерения, изменчивости свойств самого объекта, в шумах, поступающих в измерительный канал диагностической установки. Так, как показано в [2] при измерении температуры тела в подмышечной впадине в зависимости от силы прижатия предплечья к грудной клетке, показания изме-

ренного значения температуры у одного и того же обследуемого человеческого тела могут меняться на $0,2 - 0,4^{\circ}\text{C}$ из-за того, что термистр при прохождении через него тока нагревается, а выделенное тепло удаляется с большей или меньшей легкостью зависимости от теплопроводности среды, окружающей чувствительный элемент. Дополнительную погрешность медицинских измерений, обусловленную не только воздействием температуры окружающего воздуха, но и режимом теплообмена объект – прибор следует рассматривать как отдельную составляющую общей дополнительной погрешности измерения Δ_r . Так, с целью минимизации вмешательства в жизнедеятельность биосистемы и для оперирования с малыми уровнями отбираемой от биообъекта энергии, в устройствах экспресс-контроля температуры после контакта термочувствительного элемента с объектом измерения температуру элемента стабилизируют на уровне, равном нижнему пределу измерения температуры. Таким образом, теплотери биообъекта сведены к минимуму, и тем самым минимизирована эта составляющая методической погрешности измерения [3].

Искажённая внешними и внутренними порождающими полями, контактом ПП с биообъектом, режимом теплообмена объект – прибор диагностическая информация преобразуется в измерительной части системы (ИС) с наложением на преобразуемую диагностическую информацию соответствующей погрешности ($\Delta_{ИС}$). Свой вклад в общую погрешность измерения вносит и программная часть диагностической системы (ПР) – $\Delta_{ПР}$.

Что касается выбора метода измерения биопараметра (однократного измерения или измерения с многократным наблюдением параметра), то на примере измерения артериального давления можно отметить следующее. Ввиду нестабильности артериального давления человека при его контроле целесообразно проводить два или три измерения, как отмечено в [4], и за результат принимать медиану. (От многократных измерений двукратные и трёхкратные измерения отличаются тем, что их смысла не имеет оценивать статистическими методами; и за оценку результата принимается медианная оценка как робастная.) В то же время существующие методики измерения артериального давления указывают на необходимость соблюдать не менее 5-минутный интервал между подобными измерениями с целью восстановления состояния человека. Но и в этом случае субъективная погрешность измерения может иметь место в силу индивидуальных особенностей восстановления организма каждого конкретного индивида. В таком случае эту субъективную погрешность следует отнести к разряду динамической погрешности, и, вообще, следует ли рассматривать измерение артериального давления, как, например, и многие другие виды медицинских измерений как динамические?

Проведённый метрологический анализ медико-биологических измерений позволяет выявить причины искажения диагностической информации.

Полученная диагностическая информация позволит принять одно из трёх решений:

1. Абсолютное здоровье по исследуемому виду диагностики.
2. Требуется регулярное медицинское наблюдение с целью не пропустить момент ухудшения состояния пациента.
3. Срочно требуется лечение.

Первое решение в дальнейшем рассмотрении не нуждается, остановимся на двух последних.

Вероятность второго решения обозначим H_2 (α – вероятность 1-го рода или уровень значимости гипотезы), соответственно H_3 – вероятность третьей гипотезы (β – вероятность 2-го рода или мощность правила выбора решения).

Точный расчёт пороговых значений диагностируемой величины достаточно сложен, но, как показано в [5], приблизительные значения этих параметров могут быть получены с использованием теории последовательного анализа. Применительно к задачам медицинских измерений имеем следующие выражения:

$$A_{3-0} = \sigma^2 / H_2 - H_3 \ln(\beta / 1 - \alpha) + n^* (H_2 + H_3) / 2; \quad (1)$$

$$A_{0-6} = \sigma^2 / H_2 - H_3 \ln(1 - \beta / \alpha) + n^* (H_2 + H_3) / 2, \quad (2)$$

где A_{3-0} , A_{0-6} – соответственно пороговые значения «здоров-обследовать» и «обследовать-болен» диагностируемого параметра, являющиеся линейными функциями общего числа наблюдений N ; σ – среднее квадратическое значение исследуемого параметра. Статистика по параметру включает все рассмотренные выше погрешности медико-биологического измерения; N – объём медико-биологической статистики.

Рис. 2 иллюстрирует получаемую картину результатов диагностирования, которая разбита соответственно на три области.

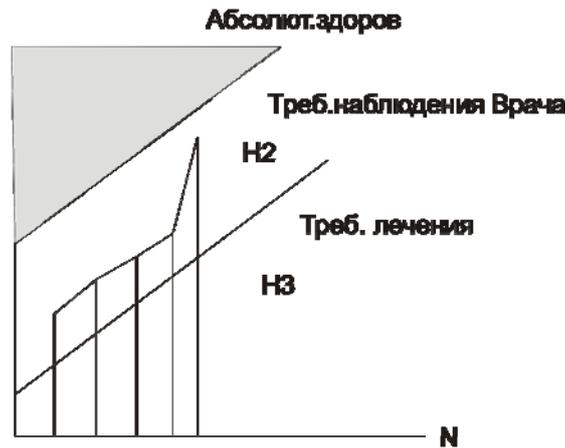


Рис. 2. Возможные результаты диагностирования

Первую область было решено не рассматривать.

Вторая область представляет собой область пассивного планирования эксперимента, так как в этом случае не оказывается воздействия на объект, а осуществляется пассивный сбор информации и определение интервалов времени между моментами очередной диагностики. Окончание эксперимента зависит от каждой его стадии и от полученных предшествующих результатов.

Третья область представляет собой область активного планирования медицинского эксперимента, при которой в виде назначенного лечения производится активное воздействие на биообъект, и задача этого этапа планирования означает нахождение оптимальности лечебного воздействия.

Достоинство рассмотренного метода по сравнению с известными оценками состояния биообъекта – учёт фактора времени по мере прохождения медицинского лечения и оценка динамики исследуемого фактора нарастающим итогом. Рассмотренный метрологический анализ позволяет более объективно подходить к получаемой от биообъекта диагностической информации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *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. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2008. – 174 с.
2. *Попечителев Е.П.* Методы медико-биологических исследований. Системные аспекты: Учебн. пособие. – Житомир: ЖИТИ, 1997. – 186 с.
3. *Долгова И.А., Чувывкин Б.В.* Способ экспресс-измерения температуры // Медицинская техника. – 2009. – №1. – С. 12-15.
4. *Фридман А.Э.* Основы метрологии. Современный курс. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008. – 284 с.
5. *Вальд А.* Последовательный анализ. – М.: Физматгиз, 1960.

Истомина Татьяна Викторовна

Пензенская государственная технологическая академия.

E-mail: istom@mail.ru.

440605, г. Пенза, Пр. Байдукова/ул. Гагарина, д.1а/11, тел.: (8412)496155.

Кафедра ИТММБС, зав. кафедрой, профессор, д.т.н.

Istomina Tatiana Viktorovna

Penza state technological academy.

E-mail: istom@mail.ru.

1a/11, Bajdukova /Gagarina, Penza, 440605, Russia, Phone: (8412)496155.

Head of department ITMMBS of PSTA, professor, Doctor of Science.

Ординарцева Наталья Павловна

Пензенская государственная технологическая академия.

E-mail: nat@rclink.ru.

440605, г. Пенза, пр. Байдукова/ул. Гагарина, д.1а/11, тел.: (8412)496155.

Кафедра ИТММБС ПГТА, доцент, к.т.н.

Ordinartseva Natalia Pavlovna

Penza state technological academy.

E-mail: nat@rclink.ru.

1a/11, Bajdukova /Gagarina, Penza, 440605, Russia, Phone: (8412)496155.

Department ITMMBS of PSTA, associate professor, Cand. Eng. Sc.

УДК 621.391.26

А.В. Киреев**НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ РЕШАЮЩИХ
ФУНКЦИЙ: МЕТОД РАСПРЯМЛЕНИЯ**

Предложен метод сокращения размерности пространства описаний, отличающийся гарантированной сходимостью и позволяющий выделить статистически независимые признаки. Дана оценка оптимальной степени сжатия данных.

Пространство описаний; репрезентативность; классификация; регрессия.