

Лекция №4

ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

При изучении ошибок, сопровождающих процесс выполнения исследования с применением технических средств, необходимо контролировать все источники и учитывать все факторы, оказывающие значимое влияние на результат исследования. Однако выявление всех источников и влияющих факторов в общем случае затруднено, так как они в значительной степени зависят от цели исследования.

Одной из наиболее часто встречающихся целей медицинских исследований является постановка диагноза, предусматривающая оценку состояния организма человека и выяснение наиболее вероятных причин его изменения. Правильный диагноз позволяет предложить адекватные способы коррекции состояния - лечебные мероприятия, которые должен предложить врач.

Формально лечебно-диагностический процесс можно описать следующей моделью. Обозначим через $X = \{x_i\}$, $i = 1, 2, \dots, N_x$ - конечное множество состояний организма человека, через $Y = \{y_j\}$, $j = 1, 2, \dots, N_y$ - конечное множество управляющих воздействий на организм, через $Z = \{Z_t\}$, $t = 1, 2, \dots, N_t$; $Z_t = \{z_{tk}\}$, $k = 1, 2, \dots, N_k$ - множество физиологических процессов на временном интервале Δt , k - номер процесса; через $S = \{s_n\}$, $n = 1, 2, \dots, N_n$ - множество оценок состояний, которые строятся на основе информации, получаемой с помощью методов исследования. Предположим, что Z достаточно полно характеризует множество состояний организма X , т.е. существует отображение $f_1: Z \rightarrow X$. Тогда задача синтеза оптимальной совокупности методов исследования состояния организма сводится к построению такого алгоритма получения и обработки данных о Z , соответствующего некоторому отображению $f_2: Z \rightarrow S$, который обеспечивает взаимную однозначность отображения $f_3: X \rightarrow S$. Это отображение позволяет решить и следующую задачу - выбор управляющих воздействий Y при условии однозначности отображения $f_4: S \rightarrow Y$. Последнее отображение позволило бы определить оптимальный план лечения, приводящий организм в заданное множество "нормальных" состояний.

Такая формализация процесса исследования имеет большое значение для понимания сложности изучения биологического объекта. Сложность описания реальных множеств X и Z , о которой упоминалось выше, исключает достижение взаимной однозначности отображения f_3 , а, следовательно, и f_4 , создавая трудности при выводе диагностических заключений и разработке рекомендаций по лечебным процедурам.

Однако формальное представление лечебно-диагностической процедуры не позволяет судить о достоверности заключений и рекомендаций. Продемонстрируем подход к выявлению источников ошибок исследования на примере решения задачи постановки диагноза (рис. 1).

Постановка диагноза связана с оценкой состояния объекта в целом либо его некоторой функциональной способности. Состояние организма ($C_{\text{БО}}$) (а также та или иная его функциональная способность), определяется некоторым "функциональным уровнем" (ФУ), который выражается совокупностью существенных переменных: физиологических процессов и медико-биологических показателей (ФП и МБП). Показатели и процессы проявляются через определенные физические процессы и переменные (ФП и П) порождающих полей, на которые реагируют измерительные преобразователи (ИП). На выходе измерительных преобразователей формируются электрические сигналы (ЭС), несущие информацию о параметрах состояния объекта. В дальнейшем сигналы подвергаются первичному анализу (ПА) в различных устройствах до момента формирования описания состояния - симптомокомплекса (ФСК), который подвергается логическому анализу для постановки диагноза (Д). Блоки ФСК и Д введены для учета этапов формирования совокупности параметров, описывающих исследуемую систему, и принятия решения о ее состоянии.

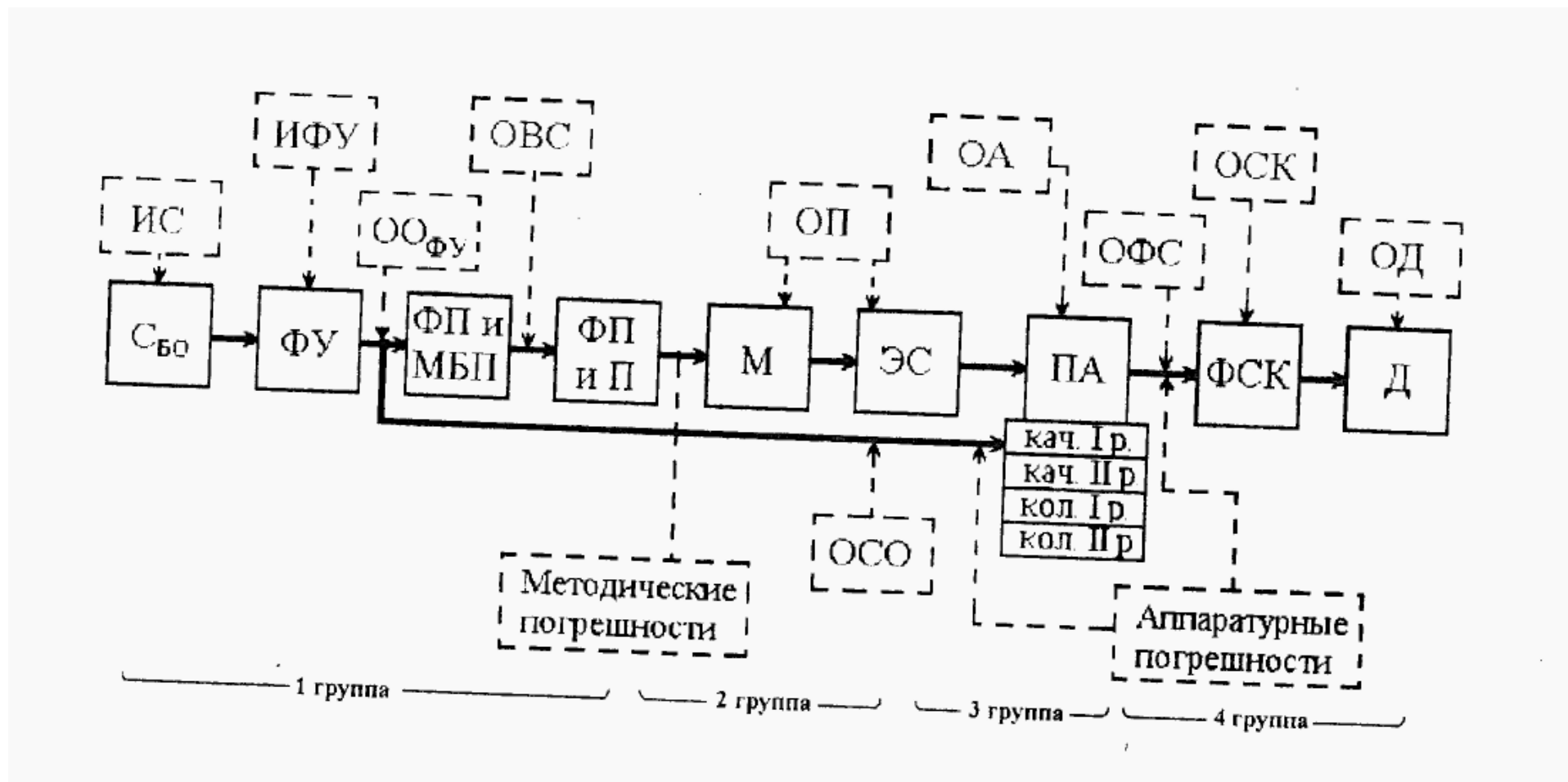


Рис. 1. Структура ошибок при постановке диагноза

Таким образом, полная цепочка этапов, связывающая состояние БО с результатом диагноза, т. е. преобразование: $C_{\text{БО}} \rightarrow D$, может быть отражена в виде схемы, которая и представлена на рис. 1: блоки, связанные сплошной стрелкой. Блок М отражает возможные преобразования (модификации) порождающего поля в ИП. На этой же схеме в пунктирных прямоугольниках указаны основные источники ошибок, которые необходимо учитывать при проведении исследования.

Прежде всего следует учитывать возможные неконтролируемые **изменения состояния объекта (ИС)** в течение времени обследования. Эти изменения могут проявляться в **изменении уровня функционирования (ИФУ)**. Кроме того, известно, что один и тот же функциональный уровень может обеспечиваться при различных значениях существенных переменных. Эта особенность функционирования БО приводит к ошибкам в **оценке функционального уровня (ОО_{фв})**

Существенные переменные проявляются в порождающих полях различной физической природы, степень выражения этих переменных в различных физических явлениях и процессах также различна. Поэтому возникает источник ошибок, отражающий ошибки **взаимосвязи (ОВС)** между физиологическими процессами и медико-биологическими показателями, с одной стороны, и физическими процессами и их характеристиками, с другой.

Следующий источник отражает ошибки, возникающие в измерительном преобразователе и связанные с возможными источниками **ошибок при модификациях** порождающего поля и **преобразованиями параметров** поля в электрический сигнал (ОП). Электрические сигналы обрабатываются в устройствах первичной обработки с целью получения количественных оценок параметров. Этот этап сопровождается **ошибками реализации алгоритмов обработки (ОА)**. Источники ошибок могут сопровождать также этапы формирования симптомокомплекса (**ошибки симптомокомплекса ОСК**) и диагноза - **ошибки функциональной связи параметров (ОФС)** и **ошибки реализации алгоритмов диагностики (ОД)**.

Под "**симптомокомплексом**" понимается *устойчивое сочетание признаков, описывающее клиническую и этиопатогенетическую картину патологии, позволяющее ставить диагноз конкретного вида патологии у конкретного пациента*. При формировании симптомокомплекса, кроме параметров, полученных при анализе электрических сигналов ИП, необходимо учитывать параметры, получаемые исследователем (врачом) *при использовании нетехнических средств исследования - за счет опроса, осмотра, прослушивания и т. д.* - **параметры анамнеза и осмотра**. Для отражения этого этапа в схему введен блок оценки таких качественных параметров, получение которых сопровождается **ошибками субъективной оценки (ОСО)**.

Кроме отмеченных источников ошибок на схеме выделены еще две группы - **методические (МП)** и **аппаратурные (АП)** источники погрешностей, которые будут рассмотрены несколько ниже.

Анализ приведенной схемы наглядно показывает, что процесс постановки диагноза сопровождается влиянием большого числа источников ошибок и погрешностей, разобраться в которых достаточно сложно. В то же время можно разбить их на несколько групп, и тем самым упростить задачу контроля и коррекции влияния ошибок и погрешностей на конечный результат - соответствие диагноза состоянию объекта исследования.

Первая группа связана с ошибками, основным источником которых является **сам биологический объект** - от блока С_{БО} до блока ФП и П. Для уменьшения влияния источников ошибок этой группы обычно используются приемы, ограничивающие влияние внешних факторов на состояние объекта, а также способы сокращения времени обследования.

Причиной возникновения ошибок и погрешностей, объединяемых во вторую группу - группу **источников взаимодействия**, является *процедура выполнения медико-биологического исследования до момента получения электрического сигнала на выходе ИП*. Это участок схемы от блока ФП и П до блока ЭС. Для уменьшения влияния этой группы на результат основное внимание уделяется тщательному соблюдению методики проведения исследования, особенно в части обеспечения контакта ИП с объектом исследования.

В третью группу целесообразно свести все источники ошибок и погрешностей, связанные с **первичной обработкой сигналов ИП** - с алгоритмами обработки сигналов, измерения их параметров, в которых заложена диагностическая информация, и т. п. Уменьшение влияния этой группы в большой степени связано с коррекцией аппаратурных погрешностей, выбором элементов электронных схем.

Четвертая группа объединяет источники **ошибок формирования симптомокомплексов и логической постановки диагноза**. Уменьшение влияния этой группы на конечный результат связано с совершенствованием представлений о биологическом объекте, более глубоким пониманием происходящих в нем процессов и, следовательно, более полным представлением связи характеристик организма с его состоянием.

Процедуру выявления источников ошибок и погрешностей, влияющих на конечный результат, можно было бы выполнить и на примере других задач медико-биологических исследований. Однако независимо от задачи группировка источников по их происхождению на четыре основных группы будет совпадать.