

М451790

Министерство высшего и среднего специального образования
СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи
УДК 612.014.423:577.3

КИРСАНОВ Владимир Иванович

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ ОСМОТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЖИДКОСТЯХ И ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Специальность 05.11.17 - Медицинское приборостроение

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1986

Министерство высшего и среднего специального образования
СССР

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

УДК 612.014.423:577.3

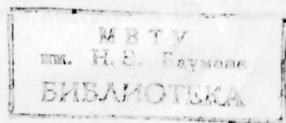
КИРСАНОВ Владимир Иванович

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ
КОНЦЕНТРАЦИИ ОСМОТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В БИОЛОГИЧЕСКИХ
ЖИДКОСТЯХ И ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Специальность 05.11.17 - Медицинское приборостроение

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1986



НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1451790

Кирсанов В.И. Разработка и

Работа выполнена в Ленинградском научно-производственном объединении "Буревестник"

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
ЛОЩИЛОВ В.И.

Официальные оппоненты - доктор химических наук, профессор
Ерлов Ю.А.

- кандидат технических наук,
Симаков А.Б.

Ведущее предприятие - ИМБП МЗ СССР

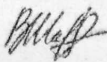
Защита диссертации состоится " 9 " июня 1986 г. в часов
на заседании специализированного совета К.063.15.17 в
Московском высшем техническом училище им. Н.Э.Баумана
по адресу: 107005, г.Москва, 2-я Бауманская ул., д.5

С диссертацией можно ознакомиться в Библиотеке МВТУ
им. Н.Э.Баумана

Отзыв в 2-х экземплярах, заверенный печатью учреждения,
просим направлять в адрес училища.

Автореферат разослан " _____ " _____ 1986 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
К.Т.Н.



В.П.ЖАРОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В фундаментальных и прикладных ме-
дико-биологических исследованиях важное место принадлежит рабо-
там, направленным на изучение водно-солевого обмена. Исследова-
ние механизмов водно-солевого гомеостаза включает в качестве
важнейшего элемента выявление основных принципов и закономер-
ностей деятельности осморегулирующих систем организма. Суще-
ственное значение приобретает вопрос о возможностях организма
поддерживать стабильную концентрацию осмотически активных ве-
ществ (в дальнейшем ОАВ) в жидкостях внутренней среды при адап-
тации к различным условиям водного и солевого режимов.

Важнейшим эффекторным органом системы водно-солевого обме-
на, обеспечивающим постоянство концентрации внутренней среды,
является почка. Оценка ее функционального состояния необходима
для диагностики, определения фазы заболевания, констатации обо-
стрения процесса и степени их поражения. Динамика функциональ-
ного состояния почек служит одним из наиболее значимых крите-
риев эффективности проводимой терапии.

Прогресс в изучении механизмов водно-солевого обмена во
многом определяется разработкой адекватных методов исследова-
ния, позволяющих проводить эксперименты на различных уровнях
организации биологических систем - от молекулярного и мембран-
ного до целостного организма. Современные тенденции развития
исследований с помощью инструментальных средств связаны с умень-
шением объема анализируемых жидкостей и разработкой технических
средств для проведения анализа. Существует ряд методов измерения
концентрации ОАВ в биологических жидкостях и водных растворах.
Наиболее перспективным является криоскопический метод, основан-
ный на измерении депрессии температуры кристаллизации раствора
по отношению к чистому растворителю. Исходя из теории биотехни-
ческих систем (БТС), объект исследования, технологию и аппарату-
ру для измерения концентрации ОАВ следует рассматривать как еди-
ную биотехническую систему лабораторного анализа (БТС ЛА), для
разработки которой целесообразно применение основных принципов
синтеза БТС.

В середине 70-х годов в нашей стране были сделаны первые
шаги по созданию современных технических средств измерения кон-
центрации ОАВ. Однако до настоящего времени отсутствуют работы,
которые бы достаточно полно раскрывали принципы построения БТС.

данного типа, не рассмотрены методические вопросы измерения и калибровки, не решены вопросы оценки точности и метрологического обеспечения технических средств измерения концентрации ОАВ и их использования в практике медико-биологических исследований. Таким образом, разработка, исследование и внедрение в практику медико-биологических исследований технических средств измерения концентрации ОАВ в биологических жидкостях и водных растворах является актуальной задачей. Ее решение позволит снабдить медицинские и научные организации современными средствами диагностики заболеваний, связанных с нарушениями водно-солевого обмена, повысить эффективность и качество медико-биологических исследований.

Цель работы. Разработка и исследование технических средств измерения концентрации ОАВ в биологических жидкостях и водных растворах.

Для достижения указанных целей в работе решались следующие задачи:

1. Изучение задач и целей осмометрии, обоснование метода измерения концентрации ОАВ.

2. Анализ структуры и разработка принципов построения технических средств измерения концентрации ОАВ на базе аппаратных и программных средств.

3. Изучение характеристик измерительного канала биотехнических систем измерения концентрации ОАВ.

4. Изучение вопросов повышения точности и разработка средств метрологического обеспечения биотехнических систем измерения концентрации ОАВ.

5. Разработка алгоритмов автоматизации процесса измерения и калибровки биотехнических систем измерения концентрации ОАВ.

6. Разработка технических средств и технологии измерения концентрации ОАВ в биологических жидкостях и водных растворах.

7. Экспериментальная и клиническая апробация разработанных технических средств и технологий.

Методы исследований. Теоретические исследования базировались на теории биотехнических систем, использовании аппарата теории электрических цепей, электроизмерительной техники, физической химии, биологии, метрологии и математической статистики. Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась на ЭЦМ.

Научная новизна. На основе физиологических данных о деятельности осморегулирующих систем организма человека и высших позвоночных животных выработаны требования к техническим средствам измерения концентрации ОАВ в микрообъемах биологических жидкостей.

В результате теоретических исследований изучено влияние режима коммутации ключевых элементов модулятора на МДП-транзисторах на величину импульсной помехи. Выявлены зависимости между параметрами модулятора, работающего в режиме преобразования малых сигналов инфранизкочастотного диапазона, и сформулированы требования к параметрам управления, позволяющим значительно снизить величину импульсной помехи на выходе модулятора. Экспериментально установлено, что применение полевых МДП-транзисторов во входных цепях высокочувствительных усилителей постоянного тока позволяет измерять сигналы менее 1 мкВ.

Изучено влияние электромагнитных помех на входные цепи измерительного канала биотехнических систем измерения осмоляльности. Предложен метод ослабления помех, заключающийся в дополнительном преобразовании входного сигнала на удвоенной частоте сети в тракте усилителя переменного тока.

Изучено влияние термодинамических параметров водных растворов электролитов хлорида натрия и калия на величину концентрации ОАВ. Установлена количественная связь между величинами концентраций ОАВ и значениями концентраций солей натрия и калия.

При исследовании сыворотки крови осетровых Каспийского моря выявлен у русского осетра изоосмотический тип регуляции, неизвестный ранее у рыб. Способность только к гипер- и изоосмотической регуляции ограничивают возможность адаптации русского осетра к гиперосмотическим средам.

Экспериментально изучены и выявлены закономерности в изменении величин концентрации ОАВ плазмы крови у пострадавших с тяжелой механической травмой. Установлено, что пролонгированная гиперосмоляльность — неблагоприятный прогностический признак. К защите представляются вышеприведенные теоретические и экспериментальные результаты исследований и схемно-конструкторские решения.

Практическая ценность. На основании проведенных исследований разработаны автоматические приборы для измерения концентрации ОАВ биологических жидкостей и водных растворов, обеспечи-

вающие получение достоверной информации об измеряемой величине. Разработанные средства метрологического обеспечения, а также методика калибровки и измерения обеспечивают единство измерений концентрации ОАВ в медико-биологических исследованиях. Решена задача повышения эффективности и качества научных и прикладных исследований в области водно-солевого гомеостаза.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы использовались в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах Ленинградского научно-производственного объединения "Буревестник": в документации по НИР, выполненной на основании Постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 19.04.74 г. "О мерах по ускорению развития молекулярной биологии и генетики и использования их достижений в народном хозяйстве" (отчет по НИР № 1170604610 - 2 книги, рег. № 362, ВНИИМП, Ленинград, 1975-1976 гг.); в ОКР № 1170604050 "Создать и освоить автоматизированную прецизионную установку для исследования биологических объектов с выводом результатов измерений на ЭВМ. Чувствительность по напряжению 10^{-9} В, нижний предел измерения 10^{-5} В", выполненной по Постановлению ПНТ № 450 от 25.09.75 г.; в ОКР № 05212778650 "Миллисометр термоэлектрический МТ-2", выполненной на основании Приказа Союзаналитприбора № 226 от 14.10.80 г. "О реализации комплексно-целевой программы по внедрению микроэлектроники и микроэлектронной технологии в ВПО "Союзаналитприбор" на 1980-1985 гг.

При непосредственном участии автора разработаны и внедрены в серийное производство термоэлектрический миллисометр МТ-1 и миллисометр с микропроцессором МТ-2. Серийный выпуск приборов осуществляется Гомельским заводом измерительных приборов. Разработанные приборы и методика измерения осмольности широко используются в научно-исследовательских центрах АМН СССР и АН СССР; Институте акушерства и гинекологии, Институте физиологии им. И.П.Павлова, Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова, Ленинградском институте ядерной физики и других организациях.

Миллисометр МТ-1 демонстрировался на международной выставке "Наука-83" в г. Москве и на выставке XIII Менделеевского съезда, Ленинград, 1984.

Структурная схема миллисометра МТ-1 и схема усилителя постоянного тока измерительного канала защищены авторскими сви-

детельствами СССР. Защищены свидетельством и утверждены Госстандартом СССР таблицы рекомендуемых справочных данных, которые являются основой для метрологического обеспечения измерений осмотической концентрации.

Экономический эффект от внедрения одного образца миллиосмометра МТ-1 составляет 60 тыс.руб., а МТ-2 - 32 тыс.руб.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались и обсуждались на: II Всесоюзной конференции "Проблемы создания аппаратуры для медицинских лабораторных исследований", г. Ленинград, 1979 г.; Всесоюзной конференции "Приборное оснащение и автоматизация научных исследований в биологии", г. Кишинев, 1981 г.; VI Всесоюзной конференции "Измерения в медицине и их метрологическое обеспечение", г. Москва, 1981 г.; V Всесоюзной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Регуляция физиолого-биохимических процессов), г. Севастополь, 1982 г.; VI Всесоюзной конференции по физиологии почек и водно-солевого обмена, г. Новосибирск, 1981 г.; научном семинаре кафедры МВТУ им. Н.Э.Баумана "Биомедицинские технические системы и устройства", г. Москва, 1985 г.

Разработанные приборы и методики прошли экспериментальную и клиническую апробацию, получены положительные результаты.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка литературы из 98 наименований и приложений. Содержит 146 страниц текста, 61 рисунок, 14 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, отмечена научная новизна и практическая ценность диссертационной работы и кратко изложено ее содержание.

В первой главе показано, что одной из главных гомеостатических систем, присущих организму человека и животных, является осморегулирующая система, основным физико-химическим показателем которой является концентрация ОАВ.

Осмотическая регуляция в организме осуществляется в результате диффузии, поскольку оболочки клеток являются полупроницаемыми мембранами. Вследствие этого осмотические свойства биологических жидкостей характеризуются величиной осмотическо-

го давления через полупроницаемую мембрану, определяемую уравнением Вант-Гоффа:

$$\pi = i m R T \quad (1)$$

где m - моляльность растворенного вещества; i - изотонический коэффициент Вант-Гоффа; $R = 8,32$ Дж/моль·К - универсальная газовая постоянная; T - температура, К.

В результате анализа осморегулирующих систем биологических объектов обоснована необходимость разработки осмометров, предназначенных для измерения концентрации ОАВ внутренней среды с чувствительностью, соизмеримой с чувствительностью осморепрессоров.

Проведен анализ методов и технических средств измерения осмоляльности в микрообъемах биологических жидкостей, основанных на измерении коллигативных свойств растворов. Показано преимущество криоскопического метода измерения. Для разбавленных растворов, исходя из закона Рауля, между понижением температуры кристаллизации и концентрацией растворенного вещества существует зависимость:

$$\Delta T_{\text{крист.}} = \frac{R (T_A^0)^2 M_A}{1000 (\Delta H_{\text{пл}})_A} \quad m = K_{\text{крист.}} \cdot m \quad (2)$$

где $K_{\text{крист.}} = 1,858^\circ\text{C}$ - криометрическая постоянная; m - моляльность растворенного вещества; R - универсальная газовая постоянная; $\Delta H_{\text{пл}}$ - молекулярная теплота плавления растворителя; T_A - температура кристаллизации чистого растворителя.

Анализ особенностей криоскопического метода позволил определить направления его аппаратурной реализации. Обоснована структура прибора, который представляет собой двухканальную систему, состоящую из канала стабилизации температуры в камере термостата и измерительного канала. Показано, что разработка прибора для измерения осмоляльности в микрообъемах биологических жидкостей связана с решением сложных задач усиления и преобразования сигналов инфранизкочастотного диапазона в условиях электромагнитных помех и требований чувствительности осморегулирующих систем. Для обеспечения единства измерений, поверки и калибровки осмометров обоснована необходимость разработки средств их метрологического обеспечения.

Показано, что объект исследования, технологию и аппарату-

ру для измерения концентрации ОАВ биологических жидкостей следует рассматривать как единую биотехническую систему лабораторного анализа, разработку которой необходимо проводить на основе принципов синтеза БТС. Сформулированы задачи исследований.

Вторая глава посвящена анализу измерительного тракта осмометра, который определяет технические возможности прибора, включающего в себя датчик температуры кристаллизации исследуемой пробы и усилительно-преобразовательное устройство. Необходимость измерения концентрации ОАВ в микрообъемах биологических жидкостей предопределил выбор датчика температуры кристаллизации, которым является полупроводниковый терморезистор. Широкий диапазон концентраций, с которыми приходится встречаться при медико-биологических исследованиях и требуемая при этом точность измерений, предъявляют повышенные требования к линейности измерительного тракта и, в частности, к датчику температуры. В рабочем диапазоне измерения осмоляльности температурная характеристика терморезистора описывается выражением:

$$R(t) = R_{20} \exp \left[\frac{B}{273+t} - \frac{B}{T_i} \right] \quad (3)$$

где R_{20} - сопротивление терморезистора при 20°C; T_i - температура, °K; B - постоянная, зависящая от физических свойств полупроводника.

Как видно из (3) эта зависимость носит нелинейный характер, что приводит к погрешности измерения осмоляльности. Для достижения точности измерения концентрации ОАВ ± 2 ммоль/кг в диапазоне 0-400 ммоль/кг и основной приведенной погрешности не более 1% при объеме биологической пробы 0,1 мл проведена линеаризация чувствительного элемента. Определена структура линеаризующего звена, конкретные значения его параметров с учетом технологического разброса характеристик терморезисторов. Показано, что с помощью использованного метода достигается линеаризация терморезистора с фактором 100. Исходя из необходимой разрешающей способности и предельно допустимой величины измерительного тока с учетом линеаризации, определено значение минимально обнаруживаемого сигнала усилительно-преобразовательным устройством, которое составляет 0,3-0,4 мкВ. Проведенный анализ усилителей постоянного тока показал, что усиление сигналов постоянного тока нановольтового диапазона должно осуществляться усилителем, построенным по методу модуляция-демоду-

ляция. Основным элементом усилителя, определяющим его метрологические характеристики, является модулятор.

На основании анализа модуляционных элементов и различных схем модуляторов показано, что для решения поставленной задачи наилучшим типом является модулятор, построенный по последовательно-параллельной схеме, позволяющей значительно снизить величину напряжения помехи на ее выходе.

В результате анализа переходных процессов в МДП-транзисторах получено аналитическое выражение для выходного напряжения модулятора:

$$U_{\text{вых}} = \begin{cases} \frac{C_3}{C_2 + C_3 + C_H} (E_{Y_2} - U_{O2}) & \text{при } \frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} + t_{or} \\ \left[\frac{C_3 (E_{Y_2} - U_{O2}) - C_1 U_{O1}}{C_1 + C_2 + C_3 + C_H} \right] e^{-\frac{(t - \frac{T}{2} - t_{or})}{\tau_3}} & \text{при } \frac{T}{2} + t_{or} \leq t \leq T \end{cases} \quad (4)$$

где C_1 - емкость затвор-исток; C_2, C_3 - емкости переходов затвор-сток; C_H - емкость нагрузки; E_{Y_2} - напряжение управления; U_{O1}, U_{O2} - напряжение отсечки транзисторов; t_{or} - время отпирания транзистора; T - период преобразования.

Из выражения (4) амплитуда первой гармоники выходного напряжения определяется в виде:

$$U_{m1} = 2f \left[(E_{Y_2} - U_{O2}) C_3 - C_1 U_{O1} \right] Z_c \quad (5)$$

где f - частота преобразования; Z_c - внутреннее сопротивление источника сигнала.

Как видно из (5) уровень напряжения помехи от источников управления зависит от напряжения отсечки, емкостей переходов затвор-сток и затвор-исток, частоты коммутации и управляющего напряжения МДП-транзисторов, а также от параметров цепи нагрузки модулятора. Для уменьшения влияния переходных процессов на величину полезного сигнала модулятора необходимо использовать МДП-транзисторы с малыми емкостями переходов и малыми значениями напряжений отсечки. При условии идентичности характеристик транзисторов, исходя из (5), определено напряжение управления, обеспечивающее минимальную помеху:

$$E_Y = U_O \left(1 + \frac{C_1}{C_3} \right) \quad (6)$$

Результаты экспериментальных исследований модуляторов

достаточно точно согласуются с теоретическими расчетами. Полученные данные теоретических и экспериментальных исследований положены в основу разработки схемы входной цепи высокочувствительного усилителя постоянного тока. Экспериментально показано, что применение МДП-транзисторов в схеме последовательно-параллельного модулятора позволяет измерять постоянные напряжения менее 1 мВ.

Другим аспектом проблемы усиления инфранизкочастотных сигналов нановольтового диапазона является обеспечение высокой помехозащищенности от внешних электромагнитных помех промышленной частоты. Показано, что источником помех в осмометре являются электромагнитные поля мощных источников питания термостабирующего устройства, токи питания которых могут достигать 20–30 А.

Показано, что применением известных методов подавления помех не удастся достичь заданных характеристик усилительно-преобразовательного тракта, удовлетворяющих требованиям поставленной задачи. В работе предложена схема подавления помех промышленной частоты, реализующая дополнительное преобразование входного сигнала в канале измерительного тракта. Особенностью схемы является инвариантность ее характеристик от фазы помехи, что достигается заданным режимом коммутации элементов схемы, синхронизируемым сетевым напряжением. Полученные результаты явились основой для разработки помехозащищенного высокочувствительного усилителя постоянного тока, являющегося основным узлом измерительного тракта осмометра, на который получено авторское свидетельство.

Третья глава посвящена вопросам анализа источников погрешности, появляющихся в процессе измерения концентрации ОАВ, и разработке средств метрологического обеспечения осмометров, принцип действия которых основан на криоскопическом методе. На основе качественного анализа источников погрешности показано, что наиболее существенное влияние на точность измерений оказывают погрешности метода, пробоотбора, калибровочных растворов. Методическая составляющая погрешности измерения концентрации ОАВ обусловлена трансформацией кривой кристаллизации на участке термодинамического равновесия между жидкой и твердой фазами в процессе кристаллизации исследуемой пробы. Определены основные факторы, влияющие на этот процесс, и способы

уменьшения составляющей методической погрешности.

Разработаны средства метрологического обеспечения измерений концентрации ОАВ на основе водных растворов электролитов хлорида натрия и калия. В результате установлена количественная связь между концентрацией ОАВ и концентрацией солей $NaCl$ и KCl в водных растворах, что явилось основой для создания таблиц: "Водные растворы электролитов. Температуры кристаллизации и эффективные (осмотические) концентрации растворов хлоридов натрия и калия", которым Государственная служба стандартных справочных данных Госстандарта СССР присвоила категорию "Рекомендуемые справочные данные, №6 - 79 (РСД)". На разработанные таблицы получено Свидетельство Госстандарта СССР. На основе разработанных таблиц создана методика приготовления калибровочных растворов с заданными физико-химическими свойствами для калибровки и поверки осмометров, что обеспечивает единство измерений концентрации ОАВ при проведении медико-биологических исследований.

Проведен расчет погрешности приготовления калибровочных растворов при использовании в качестве исходного вещества хлорида натрия. Установлено, что погрешность приготовления калибровочных растворов не превышает 0,1 %.

В четвертой главе рассмотрены вопросы технической реализации, экспериментальной проверки и использования осмометров в медико-биологическом эксперименте. Исходя из принципов синтеза БТС и анализа системы водно-солевого обмена организма сформулированы медико-технические требования к техническим средствам измерения концентрации ОАВ.

На основе теоретических исследований разработаны структурные схемы и алгоритмы автоматизации прибора с использованием аппаратных и программно-аппаратных средств, на основе которых проведены опытно-конструкторские работы по разработке и освоению двух типов автоматических осмометров МТ-1 и МТ-2. Структурная схема прибора МТ-1 защищена авторским свидетельством. Технические характеристики указанных приборов находятся на уровне лучших зарубежных образцов. Их серийный выпуск осуществляется Гомельским заводом измерительных приборов. Экономический эффект от внедрения одного образца миллиосмометра МТ-1 составляет 60 тыс.руб., а МТ-2 - 32 тыс.руб.

Технические характеристики МТ-1: диапазон измерения

0–4000 ммоль/кг, основная приведенная погрешность – 1%, минимальный объем пробы – 0,1 мл.

Перспективные задачи медико-биологических исследований предъявляют требования к характеристикам осмометров с точки зрения уменьшения объема исследуемой пробы до 0,02–0,05 мл при одновременном снижении погрешности до 0,3–0,5%. Решение указанных задач только аппаратными средствами с использованием традиционных технических решений невозможно.

Разработан осмометр МТ-2 с применением микропроцессорного набора серии 580. Для повышения точности измерений в алгоритме работы прибора используется метод кусочно-линейной аппроксимации реальной характеристики измерительного канала. Характеристики осмометра позволяют исследовать биологические жидкости объемом 0,03–0,05 мл с основной погрешностью 0,5% и воспроизводимостью 0,3%.

Разработаны технологические схемы измерения концентрации ОАВ приборами МТ-1 и МТ-2, а также методики их калибровки. Экспериментально исследованы метрологические характеристики миллиосмометров. Результаты исследований показали, что они отвечают заданным медико-техническим требованиям.

С помощью разработанных технических средств получены новые результаты в изучении водно-солевого гомеостаза у человека и животных. Экспериментально изучены и выявлены закономерности в изменениях величин концентрации ОАВ плазмы крови у пострадавших с тяжелой механической травмой. Установлено, что пролонгированная гиперосмоляльность у пострадавших с тяжелой механической травмой – неблагоприятный прогностический признак.

Исследованы параметры внешней и внутренней среды осетровых Каспийского моря, что позволило выявить наличие изоосмотического типа регуляции у высокоорганизованных позвоночных. В результате исследований установлено, что концентрация ОАВ плазмы крови у русского осетра составляет 323 ммоль/кг, персидского осетра – 320 ммоль/кг, белуги – 314 ммоль/кг, севрюги – 304 ммоль/кг; концентрация осмотически активных веществ в среде обитания составляет 323 ммоль/кг. Экспериментально установлен гиперосмотический тип регуляции у костистых рыб Каспийского моря. В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что у русского осетра имеется иная в сравнении с морскими костистыми рыбами структура осмотической и ионной

регуляции, так как жидкости внутренней среды практически изомотичны воде Каспийского моря, которая ограничивает возможность адаптации русского осетра к гиперосмотическим средам.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ методов и технических средств измерения концентрации осмотически активных веществ в биологических жидкостях и водных растворах показал преимущества использования криоскопического метода. Показано, что объект исследования, технологию и технические средства измерения концентрации ОАВ следует рассматривать как единую биотехническую систему лабораторного анализа, разработку которой целесообразно вести на основе принципов синтеза БТС.

2. На основе анализа криоскопического метода и принципов синтеза БТС разработана обобщенная структурная схема автоматического осмометра, представляющего собой 2-х канальную информационно-измерительную систему, состоящую из высококачественного измерительного канала и канала регулирования температуры.

3. Исследование закономерностей коммутационных процессов в модуляторе на МДП-транзисторах совместно с предложенным методом выделения полезного сигнала на фоне помех промышленной частоты позволили разработать усилитель нановольтового диапазона и на его базе построить приборы МТ-1 и МТ-2 для измерения концентрации ОАВ с разрешающей способностью Иммоль/кг .

4. На основании изучения связи между концентрацией ОАВ и концентрацией солей *NaCl* и *KCl* в водных растворах созданы таблицы рекомендуемых справочных данных для приготовления калибровочных растворов с заданными физико-химическими свойствами, которые утверждены Госстандартом СССР и обеспечивают единство измерений концентрации.

5. На основе теоретических исследований и принципов синтеза БТС решена задача создания приборов и методик для измерения концентрации ОАВ в биологических жидкостях и водных растворах, отвечающих заданным медико-техническим требованиям.

6. Разработанные приборы и методики внедрены в практику медико-биологических исследований в научно-исследовательских центрах АН СССР и АМН СССР. Полученные результаты исследований

осморегулирующих систем свидетельствуют о возможности применения разработанных приборов для решения широкого круга медико-биологических задач.

Основные результаты диссертации изложены в следующих работах:

1. Назарян К.Х., Лукьянов Г.Н., Кирсанов В.И. Исследование компенсации помехи на выходе последовательно-параллельного преобразователя на МДП-транзисторах // Изв. ВУЗов СССР. - Приборостроение. - 1974. - Т. XXVII. - №7. - С. 110-114.

2. Кирсанов В.И., Монин Ю.Г., Соколова М.М. Установка для определения концентрации осмотически активных веществ в биологических жидкостях // Физиологический журнал СССР. - 1976. - Т. XII. - №10. - С. 1546-1548.

3. Цифровой осмометр для определения общей концентрации осмотически активных веществ биологических жидкостей и водных растворов / В.И. Лещинский, В.А. Матросов, В.И. Кирсанов и др. // Проблемы создания аппаратуры для медицинских лабораторных исследований: Тез. докл. II Всесоюз. конф. - Л., 1979. - С. 96-97.

4. А.С. 677059 СССР, М.Кл.²Н 03 3/38. Усилитель постоянного тока / В.И. Кирсанов, Г.Ф. Суханова, В.П. Губанов (СССР). - №2580541/18-09. Опубл. 01.08.79, Бюл. №12. - 3 с.

5. Состояние и тенденции развития аппаратуры для биологических исследований в области водного и ионного обмена: Обзорная информация (ЦНИИТЭИ приборостроения. - М., 1980. - Вып. 5. - 49 с. - (серия ТС-4. Аналитические приборы для научных исследований).

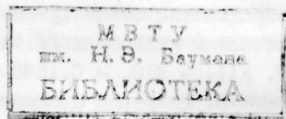
6. Приборы и системы для исследования процессов водно-солевого обмена / В.И. Кирсанов, В.И. Бугров, В.В. Егоров и др. // VI Всесоюзная конференция по физиологии почек и водно-солевого обмена: Тез. докл. - Новосибирск, 1981, - С. 47.

7. А.С. 851196 СССР, М.Кл.³О1 13/04. Осмометр / В.И. Бугров, В.И. Лещинский, В.И. Кирсанов и др. (СССР). - №2715814/18-25. Опубл. 05.08.81, Бюл. №28. - 3 с.

8. Водные растворы электролитов. Температуры кристаллизации и эффективные (осмотические) концентрации растворов хлоридов натрия и калия: Таблицы рекомендуемых справочных данных / В.И. Бугров, В.И. Кирсанов, В.И. Лещинский и др.; ВНИИ ГССОД. - М., 1981. - 10 с. - Деп. в ВНИИКИ, №161.

9. Features of osmotic and ionic regulations in Russian Sturgeon (*Acipenser Güldenstädti Brandt*) / Y.V. Natchin, V.I. Lukianenko, V.I. Kirsanov et. al. // Comp. Biochem. Physiol. - 1985. V. 80A. - No.3. - P. 297-302.

Хиренко



Подписано к печати 05.05.86 г. М - 20198 Тираж 100 экз

Заказ 109

Бесплатно

Отпечатано на ротационной ЛПО " Вурвестник "