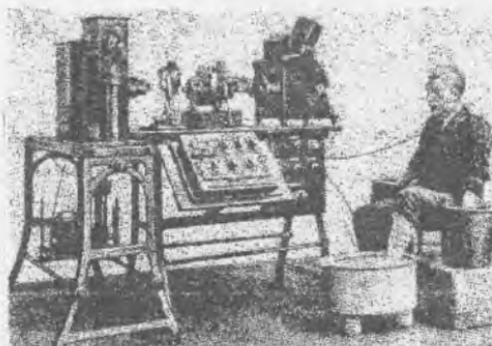


САМАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени академика
С.П. КОРОЛЕВА

Л.И. Калакутский

**БИОМЕДИЦИНСКАЯ
ТЕХНИКА.
ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ**



САМАРА
2003

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

Л.И. Калакутский

**БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА.
ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ**

Учебное пособие

САМАРА 2003

УДК 615.47

Калакутский Л.И. Биомедицинская техника. Хронология событий: Учебное пособие /Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара. 2003. 156 с.

ISBN 5-7883-0267-6

Рассмотрена хронология основных достижений научно-технической мысли от момента зарождения физики и первого использования физических методов в медицине в древнем мире до формирования современных направлений развития биомедицинской техники. В изложение включены открытия и изобретения в области механики, электричества, магнетизма и электроники, оказавшие влияние на становление биомедицинской техники. Рассмотрено создание первых биомедицинских технических устройств, появление новых медицинских технологий, основанных на использовании физических методов, возникновение и развитие биомедицинской электроники. Большой объем иллюстративного материала позволяет проследить становление и развитие основных идей в области построения биотехнической и медицинской аппаратуры. Приведен толковый словарь, поясняющий используемые специальные термины и понятия, а также суть физических законов и явлений, имеющих отношение к биомедицинской технике. В работу включены краткие биографические справки об ученых и специалистах, внесших большой вклад в становление биомедицинской техники.

Предназначается для студентов, обучающихся по направлениям: «Биомедицинская техника» и «Биомедицинская инженерия» при изучении курсов введения в специальность и истории биомедицинской инженерии.

Ил.69. Библиогр.: 26 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева

Рецензент проф. С.К. Якубович

ISBN 5-7883-0267-6

© Л.И. Калакутский, 2003

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2003

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ХРОНОЛОГИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ.....	9
1.1 Зарождение физики. Первое использование физических методов в медицине.....	9
1.2 Создание первых биомедицинских технических устройств.....	15
1.3 Появление в медицине и биологии новых методов, основанных на использовании технических средств.....	24
1.4 Возникновение биомедицинской электроники.....	37
1.5 Становление основных направлений развития современной биомедицинской техники.....	54
2 СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	93
3 БИОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК.....	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	155

ВВЕДЕНИЕ

Возникновение и развитие биомедицинской техники неразрывно связано с совершенствованием знаний человека о живой природе, становлением биологии и медицины как научных отраслей знания.

На ранних этапах развития общества, с появлением техники и формирования естественно-научного метода познания мира, произошло зарождение основных направлений развития биомедицинской техники, связанных с использованием достижений техники и результатов физических исследований для создания технических средств для медицинских целей и исследования свойств живых организмов.

На начальном этапе своего развития создание новой биомедицинской техники стимулировалось, в первую очередь, потребностями медицины.

История медицины тесно связана с историей развития общества, возникновением человека на Земле. Современная историческая наука придерживается определенной периодизации в изучении всемирной истории, которая связана с развитием и становлением общественных отношений, происходящих в условных хронологических рамках (табл. 1).

Таблица 1

Периодизация всемирной истории

Периоды всемирной истории	Условные хронологические рамки	Абсолютный возраст
История первобытного общества	2 млн. лет тому назад - IV в. до н.э.	~ 2 млн. лет (20000 всков)
История древнего мира	IV в. до н.э. - 476 г. н.э.	~ 4 тыс лет (40 всков)
История средних всков	476 г. - 1640г.	~ 1200 лет (12 веков)
История нового времени	1640 г. - 1918 г.	~ 300 лет (3 века)
История новейшего времени	с 1918 г.	менее века

Примечание:

476г. - год падения Римской империи, начало феодализации.

1640г. - английская буржуазная революция, утверждение капитализма,

1918г. - окончание I мировой войны, передел колоний и сфер влияния мировых держав.

Зарождение врачевания (медицины) относится к периоду расцвета первобытного общества (40 тыс. лет т. н. — X в. до н.э.). Приемы врачевания формировались в результате рационального мирозозерцания и эмпирического накопления знаний. Для лечения заболеваний использовались природные компоненты: соки растений, масла, смолы; так, остановка кровотечений производилась при помощи паутины, золы,

использовалось прижигание ран при укусах змей. Были известны приемы оперативного лечения: обработка ран настоями из растений, наркотическое действие некоторых растений для обезболивания, наложение «шин» при переломах.

В период разложения первобытнообщинного строя важнейшим событием развития человечества явилось изобретение иероглифической письменности у шумеров и египтян, позднее у критян, китайцев, майи и др. народов. В области врачевания развивались традиционные приемы, возникло родовспоможение (кесарево сечение), появились медицинские инструменты из металлов, стала применяться ампутация конечностей, развивалась лечебная помощь раненым во время войн.

В истории древнего мира Древний Восток явился колыбелью всемирной истории человеческих цивилизаций.

Врачевание развивалось в Древней Месопотамии (Шумер, Вавилония, Ассирия), Египте, Индии, Китае, получило становление в странах античного Средиземноморья (Греции, Риме).

Характерными особенностями развития медицины в этот период стало: создание первых текстов медицинского содержания, развитие представлений о происхождении болезней, подготовка врачей, создание санитарно-технических сооружений, развитие гигиенических навыков и традиций, формирование основ врачебной этики.

Найденные древнеегипетские папирусы содержали описание заболеваний и методы лечения, так папирус Херста (~ 1550 г. до н. э.) содержал рецепты для лечения различных болезней (желудочно-кишечного тракта, легких, глаз, уха, зубов, суставов), приемы лечения переломов конечностей и ядовитых укусов.

Одной из первых врачебных школ явилась школа Гиппократов (460-370 г. до н. э.), собравшая свои сочинения в «Гиппократовом сборнике» (300 г. до н. э.), явившемся энциклопедией древнегреческой медицины. Сборник содержал разделы «Прогностика», «О переломах», «О ранах головы», «О вправлении суставов» и др.

В Древнем Риме появились врачи-профессионалы, произошло становление медицинского дела и его правовой государственной регламентации, военной медицины. Врачи-профессионалы были в каждом легионе, а воинское подразделение когорты имела четырех врачей; каждому воину полагалось иметь перевязочный материал. На флоте на каждом корабле было по одному врачу. Для раненых устраивали лечебницы - валегудинарии, обслуживаемые врачами, экономами, инструментариями, младшим персоналом (из числа рабов). Инструментарии заведовали лекарствами, инструментом, перевязочными средствами.

Впервые в Древнем Риме при дворе стали утверждать архиаторов (старших врачей). Архиаторы объединялись в коллегии. Выборы

архиаторов напоминали экзамен, сдавший который, врач получал звание «Врач, утвержденный государством».

В средние века на развитие биологии и медицины сильное влияние оказывало становление смежных наук - естествознания, математики и механики, физики, химии и др., формирование философских систем и учений. Основой для врачевания оставался «Гиппократов сборник» и сочинения Галена.

В раннее средневековье в Византийской империи в науках о живом на первый план вышло практическое врачевание, ботаника постепенно превратилась в область медицины (труды грека Феофраста). Развитие алхимии способствовало расширению химических знаний, методов получения лекарств. В Западной Европе в позднее средневековье начинают формироваться врачебные школы (Италия, XI-XII вв.), преобразованные позднее в университеты (Италия, Салерно, 1213 г.).

Образование университетов в XIII веке во Франции, Британии, Испании, Португалии, Польше, Австрии, Германии и др. странах послужило развитию медицины как науки.

Позднее средневековье в Западной Европе (эпоха Возрождения) провозгласило своим мировоззрением гуманизм. В этот период происходит становление медицины как науки (Леонардо да Винчи), Андреас Везалий, (Италия), появились анатомические атласы и учебники.

Рождение физиологии как науки связывают с трудами Уильямса Гарвея, английского врача, создавшего теорию кровообращения.

Работа Альфонса Борелли «О движении животных» положила начало развитию биомеханики.

Характерной чертой эпохи Возрождения стало взаимное проникновение смежных наук - создание ятроматематики, давшей количественное описание биологических процессов, нейрофизики, позволившей использовать физические приборы и методы для врачевания, ятрохимии, направившей усилие алхимиков на приготовление лекарств.

Период новой истории, эпохи капиталистического производства, характеризуется быстрым развитием естественно-научных знаний, техники и технологий. В этот период времени были совершены выдающиеся естественно-научные открытия, определившие плодотворное развитие наук о живом.

К началу XX века в медицине получило развитие медико-биологическое направление, под влиянием которого произошло формирование научных дисциплин - нормальной и патологической анатомии, физиологии и патофизиологии, микробиологии, экспериментальной медицины. В клинической медицине выделилась терапия, эпидемиология, педиатрия, психиатрия, акушерство, гинекология, стоматология и хирургия. Появились, как отдельные

дисциплины, гигиена и общественная медицина. Все большее влияние на создание новых эффективных лечебно-диагностических методов оказывают открытия в физике и достижения техники. Появляются сложные технические устройства для медицины и биологии; на основе новых направлений исследований, в первую очередь в физике, электротехнике, электронике, формируется самостоятельная область знания - биомедицинская техника.

Бурное развитие техники в середине XX века существенно расширило сферу использования биомедицинской техники. Возникли не только лечебно-диагностические комплексы, совершившие переворот в медицине, но и биотехнические системы в различных областях техники - авиации, космонавтике, которые за счет тесной связи биологических объектов и технических средств обеспечивали высокую эффективность решения поставленных задач.

Современное развитие техники и технологии характеризуется возрастающей ролью биотехнических проблем в решении задач по созданию и эксплуатации человеко-машинных систем. Особую важность биотехнические проблемы приобретают в аэрокосмической отрасли при создании элементов систем управления, жизнеобеспечения, медицинского контроля, тренажеров различного уровня.

Увеличение скорости и высоты полета современных самолетов, возрастание сложности задач, решаемых пилотом в условиях дефицита времени, ужесточение требований по безопасности полетов и многие другие, часто противоречивые, требования заставляют разработчиков авиационной техники по-новому отнестись к проблеме взаимодействия человека и машины. С начала 80-х годов в авиации начинают использоваться биотехнические устройства, позволяющие более эффективно решать поставленные задачи. Достаточно назвать появление в практике систем диагностики состояния летчика с целью повышения безопасности при критических режимах полета, пилотирования транспортных самолетов с использованием искусственных электротактильных органов чувств, контроля и коррекции состояния операторов, несущих службу в условиях психоэмоциональных нагрузок на объектах повышенного риска.

Приведенная в данной работе хронология достижений технической мысли от зарождения до становления биомедицинской техники как отрасли науки и техники охватывает период от древнего мира до конца XX века, когда окончательно сформировались основные направления, определяющие современное развитие биомедицинской техники.

Данная работа ни в коей мере не претендует на исчерпывающую историческую полноту, она лишь является попыткой показать возникновение и становление основных идей в области построения биотехнических систем и устройств. Хронология событий позволяет

проследить логику развития технической мысли, понять роль отечественных и зарубежных ученых в создании новых научных знаний в области биомедицинской техники

1. ХРОНОЛОГИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БИМЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

1.1 Зарождение физики. Первое использование в медицине физических методов

XXX–XX вв. до н.э. Возникновение методов измерения веса и линейных размеров тел, появление рычажных весов. Создание солнечных и водяных часов.

Vв. до н.э. Упоминание об использовании в Китае для лечения травм конечностей шин, а также об использовании протезов для ампутированных конечностей.

IV в. до н.э. Зарождение элементов механики, установление закономерностей прямолинейного движения, правила равновесия рычага (Аристотель).

Описание в Китае свойства магнитной иглы ориентироваться в определенном направлении и его использование для навигации при мореплавании.

II–Швв. до н.э. Создание Архимедом научных основ механики (статики); введение понятий о центре тяжести, моменте сил, создание теории рычага, правила сложения сил. Открытие основного закона гидростатики (закона Архимеда).

Использование при врачевании в Древнем Египте, по свидетельству археологических находок, первых - хирургических инструментов: пинцетов, катетеров, зеркал, зондов, шприцев для кишечного и мочевого каналов, костных щипцов, шин, игл и др. (рис. 1, а).

I в. до н.э. Первое описание природных магнитных явлений и свойств натертого янтаря (Фалес Милетский, Тит Лукреций Кара) в Древней Греции и Риме (рис. 1, б).

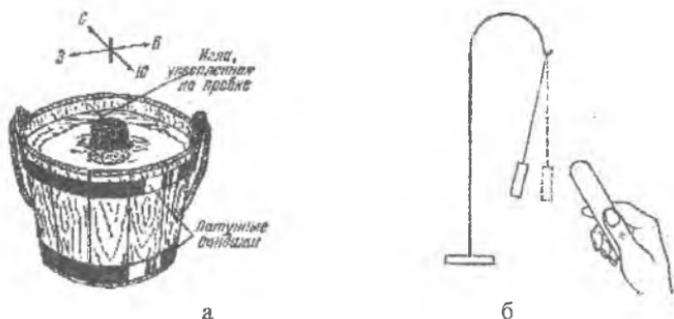


Рис. 1 Первый магнитный компас (III в. до н.э.) (а), демонстрация электризации – отталкивания бумажной гильзы от натертой палочки янтаря (б)

43 г. н.э. Использование римским врачом Скирбониусом Ларгусом для лечения головных болей, подагры электричества животного происхождения: электрического ската «торпедо», которого он прикладывал к болящему участку тела.

VI в. Первое письменное упоминание о механических часах (Изобретение часов приписывают Папификусу (Верона, Италия ок. 800г.)).

XI в. Создание основ геометрической оптики (труд Альхазена «Сокровище оптики»), описание явлений отражения и преломления света. Самостоятельное открытие арабами свойств магнитной стрелки, появление компаса в Европе (XII в.)

Первое описание метода измерения удельного веса чистых металлов, сплавов и драгоценных камней с помощью их погружения в жидкость (Ал. Бируни, О. Хаям «Весы мудростей, или об абсолютных водяных весах»).

1178г. Появление во Франции, Англии профессии аптекаря. Фармацевтам запрещалось заниматься лечением больных, были введены правила хранения и отпуска ядов.

XIII в. Исследования Р. Бэконом оптических свойств сферических зеркал, линз, выдвижение идеи зрительной трубы.

1269г. Появление первого рукописного трактата П. Перегрино (Италия) «Послание о магните», где были описаны свойства магнитного камня, методы определения полярности магнита, взаимодействие полюсов, явление магнитной индукции, технические применения магнитов.

1299г. Изобретение С. Армати (Флоренция) очков для коррекции зрения.

XV в. Исследование свободного падения тел, горизонтального движения, удара тел, изобретение механизмов для преобразования и передачи движений - шарикоподшипника, цепных передач, карданового соединения и др. Зарождение динамики как раздела механики (исследование свойства инерции тел). Установление закона трения, открытие сопротивления среды и подъемной силы. Исследование явления отражения звука. Открытие явления капиллярности. (Леонардо да Винчи).

1529г. Появление ятрохимии, области исследований, посвященной приложению химии того времени (алхимии) к медицине для приготовления лекарств. Основателем направления стал Ф. Гогенгейм, швейцарец по происхождению, известный в науке под латинизированным именем Парацельс.

1560г. Организация в Неаполе первой физической академии - «Академии тайн природы», явившейся первым научным центром.

1597г. Изобретение Г. Галилеем термоскопа, представлявшего собой прообраз термометра. При нагревании ладонями колбы А (рис. 2, б) уровень воды в капиллярной трубке смещался от положения В к положению С, что показывало изменение температуры воды в колбе.

Ученик Галилея Б. Кастелли свидетельствовал: «...этот эффект вышеупомянутый сеньор Галилей использовал для изготовления инструмента для определения степени жары и холода».



Рис. 2. Хирургический инструмент, найденный при раскопках в Древнем Египте (а), термоскоп Г. Галилея (б)

1600г. Создание З. Янсеном (Голландия) первого микроскопа, значительно расширившего и обогатившего представления о строении микромира; начало микроскопической анатомии и патоанатомии.

Изучение У. Гильбертом магнитных явлений и свойств тел при трении. В работах У. Гильберта был введен термин «электричество» при описании свойств тел, приобретаемых в результате трения и подобных свойствам натертого янтаря; проведено разделение тел на «электрики» и «неэлектрики». Первое использование при исследовании электрических явлений измерительного прибора – «версора», представлявшего собой прообраз электроскопа.

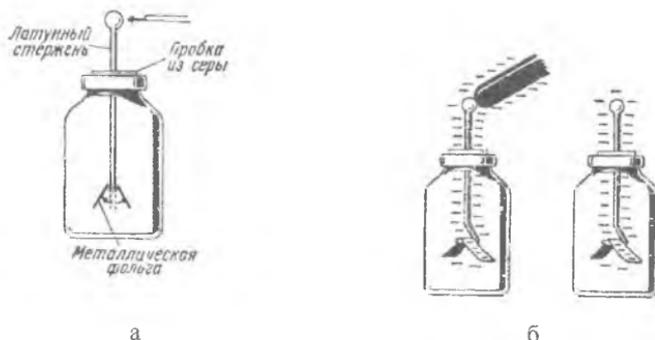


Рис. 3. Лепестковый электроскоп (а), демонстрация явления электризации соприкосновением (б)

1610г. Создание Г. Галилеем оптических приборов – микроскопа и первого телескопа для астрономических наблюдений.

1611г. Разработка И. Кеплером (труд «Диоптрика») теории зрительной трубы, основ геометрической оптики.

1614г. Первое использование в исследованиях живых организмов - термоскопов, приборов, основанных на принципе регистрации расширения жидкости при повышении ее температуры.

Прибор для определения теплоты человеческого тела С. Санторио (рис.4,а) состоял из шара и извилистой стеклянной трубки с нанесенными на ней делениями и заполненной окрашенной жидкостью. Испытуемый брал шар в рот или согревал его руками. Теплота определялась по изменению уровня жидкости в трубке в течение десяти пульсовых ударов.

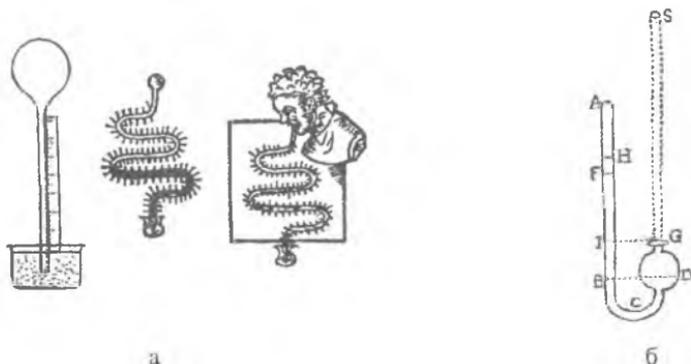


Рис. 4. Прибор для определения теплоты человеческого тела С. Санторио (а), сифонный барометр Дж. Борелли (б)

1621г. Открытие В. Снеллиусом закона преломления света.

1628г. Появление фундаментальной работы У. Гарвея «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», с которой связывают становление физиологии как науки. Основываясь на достижениях своих предшественников - Галена, Везалия, Фабриция - Гарвей создал теорию, согласно которой кровь возвращалась к сердцу по малому и большому кругу кровообращения. Открытие У. Гарвея получило всеобщее признание после микроскопического исследования капиллярного кровотока, позволившего установить путь крови от артерий в вены (М. Мальпиги, профессор медицины в Болонье, 1660г).

1640г. Появление прогрессивных направлений в науке о живом: ятрофизики (работы Р. Декарта), ятроматематики, ятромеханики (работы Дж. Борелли).

1644г. Первые попытки создания устройств для оценки величины давления жидкостей и газов. опыты Э. Торричелли по измерению атмосферного давления с помощью вертикально расположенной стек-

лянной трубки, заполненной ртутью, и помещенной нижним концом в сосуд с ртутью.

1646г. Создание Э. Торричелли жидкостного (спиртового) термометра, названного «флорентийским» и получившего распространение в Европе.

Позднее (**1655**) был предложен ртутный термометр. В **1680г.** Дж. Борелли измерил температуру, введя термометр в сердце животного; она оказалась равной общей температуре тела.

В **1694г.** К. Ренальдини предложил применять в качестве фиксированных температур при градуировке термометра температуру таяния льда и температуру кипения воды. В **1742г.** Цельсий предложил стоградусную шкалу с отметкой 0, соответствующей кипящей воде, и отметкой 100, соответствующей ее замерзанию. В **1750г.** М. Штремер изменил направление шкалы.

В **XIII** веке физиками использовалось около 20 различных шкал температуры. Так, шкала А. Реомюра рассчитывалась по тепловому расширению спирта (в смеси с водой 5:1) и, при тех же точках градуировки, давала шкалу от 0°R до 80°R . Шкала ртутных термометров Г. Фаренгейта (**1714г.**) имела точки градуировки: 0°F - смесь воды льда и нашатыря, 96°F - температура тела здорового человека (в подмышечной впадине или в полости рта).

1657г. Создание Х. Гюйгенсом маятниковых часов со спусковым механизмом, ставших основой точной экспериментальной техники в физических исследованиях. Позднее (**1673г.**) в труде «Маятниковые часы» была приведена теория физического маятника, законы центробежной силы.

1660г. Изобретение О. Герике электростатической машины (рис. 5). Вращающийся шар из серы при касании сухими ладонями приобретал свойство притягивать мелкие предметы и светиться в темноте. О. Герике обнаружил взаимодействие заряженных тел (отталкивание).

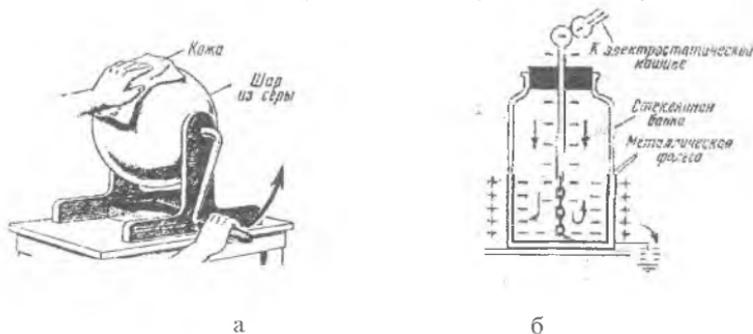


Рис. 5. Электростатическая машина О. Герике (1660) (а), лейденская банка (1745) (б)

1661г. Изобретение Э. Сомерсетом паровой машины (первая постройка в Лондоне в **1667г.** для поднятия воды на высоту 40 футов)

1667г. Создание сифонного барометра Дж. Борелли, переносного прибора для метеорологических исследований (рис. 4, б).

Осуществление Ж. Дени первого переливания крови от человека к человеку. Практическое использование переливания крови началось в хирургии после открытия К. Ландштейнером в 1906г. групп крови - в тело человека можно вводить кровь лишь одноименной группы, иначе произойдет слипание кровяных телец, приводящее к тяжелым последствиям.

1674г. Создание голландским мастером А. Левенгуком оптического прибора микроскопа с увеличением до 300 раз. Описание и зарисовка им микроорганизмов, форменных элементов крови, строения мышечной ткани и др. (рис. 6).

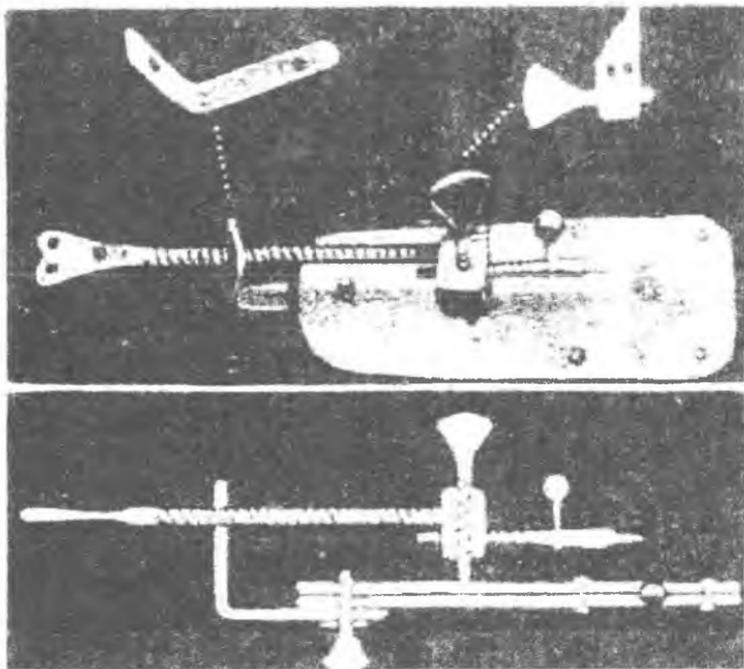


Рис. 6. Микроскоп А. Левенгука (1674)

1680-1690гг. Открытие И. Ньютоном основных законов механики (три закона Ньютона и закон всемирного тяготения), положивших начало периоду классической физики.

1.2 Создание первых биомедицинских технических устройств

1714г. Первое использование термометра Фаренгейта в клинике.

1727г. Первые попытки С. Хэlsa определить давление крови у животных с помощью введенной в сосуд канюли, соединенной со стеклянной трубкой. Позднее Пуазейль соединил с трубкой ртутный манометр и произвел измерение давления крови.

1729г. Открытие С. Греем и Ш. Дюфе явления электропроводности, т.е. способности электрических зарядов передаваться по металлическим предметам на расстояние.

1733г. Открытие Ш. Дюфе двух видов электрических зарядов, установление явления притяжения разноименных зарядов и отталкивания одноименных.

1745г. Создание П. Мушенбруком накопителя зарядов – «лейденской банки», первого электрического конденсатора. П. Мушенбрук одним из первых в своих исследованиях обратил внимание на физиологическое действие электрических зарядов.

1746г. Создание Дж. Эллиотом электрометра – прибора для измерения величины заряда, основанного на принципе весов.

1747г. Публикация работы Ф. Пивати (Италия) «О медицинском электричестве», содержащей первые попытки использования электричества в медицине. В частности, считалось, что «электризованная» вода обладает свойствами, полезными для здоровья.

1748 г. Открытие Г.В. Рихманом явления электростатической индукции.

1750г. Экспериментальное доказательство Б. Франклином электрической природы молнии и предложение унитарной теории электричества, предположение о связи электрических и магнитных явлений. Разработка Б. Франклином проекта громоотвода.

1753г. Разработка М.В. Ломоносовым и Г.В. Рихманом, на базе экспериментальных исследований, основных положений теории атмосферного электричества, объяснявшей механизм заряда облаков восходящими потоками влажного воздуха и пыли.

1761г. Публикация первой работы по методу перкуссии Л. Ауэнбруггера «Новое открытие, позволяющее на основании данных выстукивания грудной клетки человека, как признака, обнаружить скрытые в глубине грудные болезни» (Вена). Перкуссия как метод диагностического исследования вошла в клиническую практику после всесторонней методической разработки Ж. Корвизаром (Франция) лишь в начале XIX века.

1764г. Использование электростатического генератора японским врачом Г. Хирачой для электростимуляции при лечении мышечных судорог и параличей. Для стимуляции использовался разряд конденсатора

- лейденской банки, предварительно заряженной от электрической машины.

1766г. Создание дисковых электростатических машин (Дж. Ингенгауз, Дж. Рамсен) для получения значительных по величине электрических зарядов (рис. 7,а).

1782г. Открытие Р. Гаюи явления пьезоэлектричества при исследовании двойникового шпата.

1784г. Публикация работы Ж.П. Марата «О применении электричества в медицине».

1785г. Установление Ш. Кулоном закономерностей электрических и магнитных взаимодействий. Создание Ш. Кулоном чувствительного прибора для измерения силы электрического взаимодействия, названного крутильными весами (рис. 7,б). Закон Кулона положил начало научному подходу в учении об электричестве. Поскольку электрические силы оказались подобными ньютоновским силам, то на электростатику распространялись свойства полей ньютоновских сил, изученные в теоретической механике. Так, впоследствии С. Пуассон распространил понятие потенциала на электрические и магнитные поля, что способствовало быстрому прогрессу теории электричества.

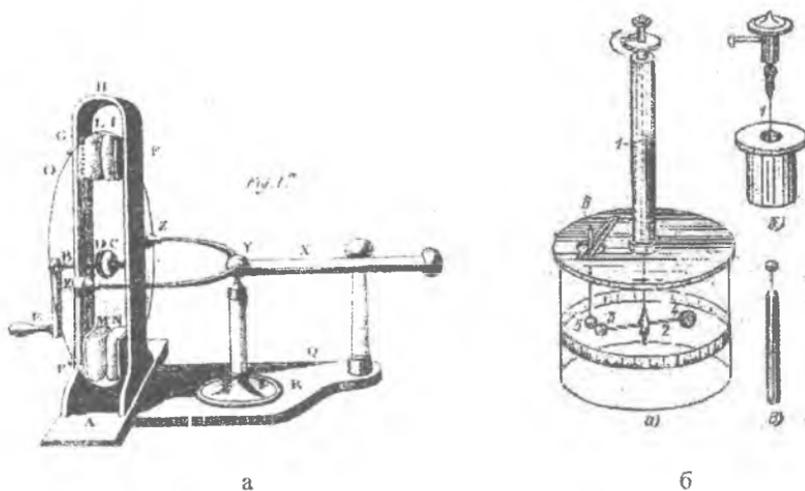


Рис. 7. Электростатическая машина Дж. Рамсдена (1766) (а), крутильные весы Ш. Кулона (1785) (б)

1786г. Начало электрофизиологии. Открытие Л. Гальвани возникновения кратковременного импульсного электрического тока в тканях лягушки при мышечном сокращении, которое он назвал «животным электричеством».

Исследование Л. Гальвани действия атмосферного электричества и разрядов, полученных от электростатической машины, на живые организмы (в частности, на нервно-мышечный препарат - лапку лягушки) позволило обнаружить, что сокращающаяся под действием зарядов лапка ведет себя как чувствительный электроскоп. Наблюдение сокращения лапки в ответ на замыкание цепи, состоящей из медного крючка, касающегося спинного мозга лягушки, и железной проволоки, контактирующей с лапкой, привело Л. Гальвани к предположению о «животном электричестве» как причине сокращения лапки.

Однако в основе наблюдений Л. Гальвани лежали чисто физические явления. В его опытах образовывался первый электрохимический элемент; лапка лягушки выступала одновременно в роли электролита для медного и железного электродов и индикатора тока. Впоследствии подобные источники электричества стали называть гальваническими элементами.

1792г. Изучение А. Вольта опытов Л. Гальвани позволило установить физическую природу появления электрического тока. Было установлено, что при контакте различных проводников в цепи возникает электрический ток. В доказательство своих предположений А. Вольта проводил демонстрационные опыты. Так, четыре добровольца образовывали электрическую цепь: первый брал в одну руку цинковую пластину, другой касался пальцем языка второго добровольца, второй касался пальцем глазного яблока третьего, третий касался пальцем спинного мозга препарата лягушки, четвертый одной рукой касался пальцем лапки лягушки и другой рукой держал серебряную пластину. В момент касания цинковой и медной пластин между собой первый доброволец испытывал кислый вкус, второй ощущал вспышку света, лапка лягушки сокращалась. А. Вольта отмечал, что все нервы на пути тока реагировали как электрометры, а металлы, от соприкосновения которых возникал эффект, проявляли себя не просто как проводники, а «двигатели» электричества (рис. 8).

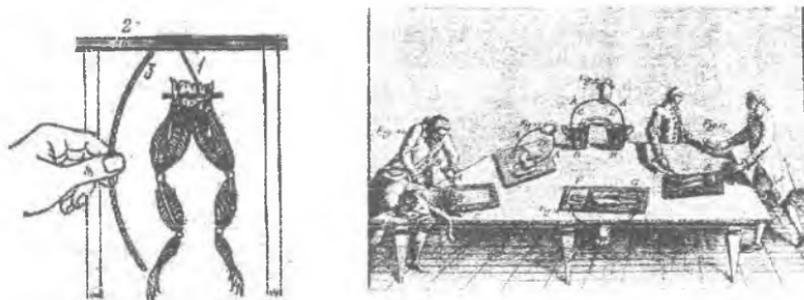


Рис. 8. Опыты Л. Гальвани

1795 г. Описание А. Вольта явления контактной разности потенциалов для металлов.

1800г. Построение А. Вольта первого неэлектростатического источника электричества, названного впоследствии «Вольтов столб», состоящего из серебряных и цинковых дисков, разделенных смоченными кислотой суконными прокладками. Это был первый химический источник тока, который оставался единственным источником электричества вплоть до открытия электромагнитной индукции и создания электромашинных генераторов постоянного и переменного тока (рис. 9).

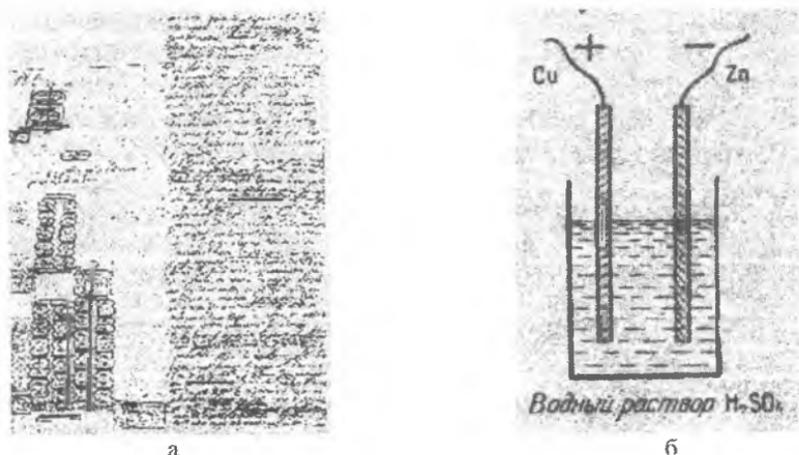


Рис. 9. Источники электрического тока – «столбы», описанные А. Вольта в письме к Д. Бенксу (а), элемент Вольта (б)

Проведение А. Вольта исследования эффектов, возникающих при пропускании постоянного тока, полученного от соединенных последовательно элементов Вольта, через участки тела человека. А. Вольта установил раздражающее действие тока на сенсорные органы (возникновение покалывания в пальцах рук, кислого вкуса на языке, ощущение вспышек света при прохождении тока через глазное яблоко, звуков при воздействии тока на уши).

Открытие химического источника тока послужило толчком к исследованию тепловых, световых, магнитных и биологических явлений, возникающих под действием электрического тока.

Обнаружение Г. Деви и И. Риттером с помощью «Вольтова столба» электрохимического действия электрического тока на вещества. В частности, обнаружение разложения под действием тока воды на кислород и водород и, позднее, гальванического выделения металлов из растворов.

1802г. Открытие А. Фуркруа, В.В. Петровым, а затем Г. Деви теплового и светового действия тока. С помощью батареи, содержащей большое количество гальванических элементов (в исследованиях В.В. Петрова - до 2 тыс. медно-цинковых элементов) и угольных электродов, была получена электрическая дуга. «Вольтова» дуга явилась первым электрическим источником света и использовалась до изобретения в 70-х годах осветительной лампы Т. Эдисона.

1803г. Публикация работы А. Болотова «Краткие и на опытности основанные замечания об электризме, о способности электрических машин к помоганию от разных болезней», труда В.В. Петрова «Известие о гальвановольтных опытах». Созданные В.В. Петровым аппараты были использованы для лечения больных.

1818г. Опубликование М. Фарадеем первой работы об исцеляющем действии на человека серного эфира.

1819г. Создание Р. Лаэннеком метода посредственной аускультации при помощи изобретенного им первого медицинского прибора физической диагностики — стетоскопа, представлявшего собой деревянную трубку, прикладываемую к груди больного для выслушивания легочных шумов и тонов сердца (рис.10).

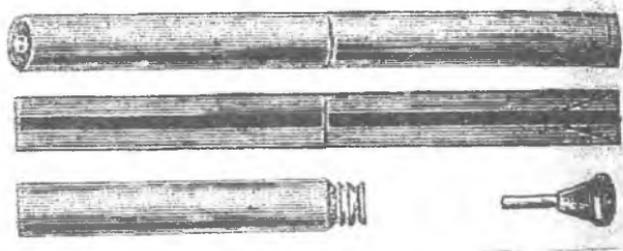


Рис.10. Стетоскоп Р. Лаэннека (1819)

1820г. Обнаружение Х. Эрстедом действия электрического тока на магнитную стрелку: ток в прямом линейном проводе отклонял магнитную стрелку, расположенную под проводом. Исследования взаимодействия электрических и магнитных явлений привели к созданию основ электромагнетизма (рис.11,а).

А. Ампер, изучая силы, действующие на параллельные проводники с током, установил закон взаимодействия токов в проводниках, положивший начало электродинамике. Ш. Био и Ф. Савар сформулировали закон магнитного действия отдельного элемента тока.

1821г. Открытие А. Ампером магнитного эффекта, создаваемого катушкой с током (соленоида), выдвижение идеи об использовании

электромагнитных явлений для передачи сигналов. Создание первого чувствительного прибора для измерения величины слабых токов — «тангенс-гальванометра», представлявшего собой катушку-соленоид с помещенной внутри него магнитной стрелкой (рис. 11, б). При протекании тока через обмотку соленоида магнитная стрелка отклонялась на угол, пропорциональный величине тока. Для устранения влияния на измерения магнитного поля Земли Л. Нобили усовершенствовал прибор. В «мультипликаторе» он совместил на одной оси две стрелки (одна располагалась вне катушки), магнитные полюсы которых были направлены противоположно, что позволило зарегистрировать очень слабые токи.

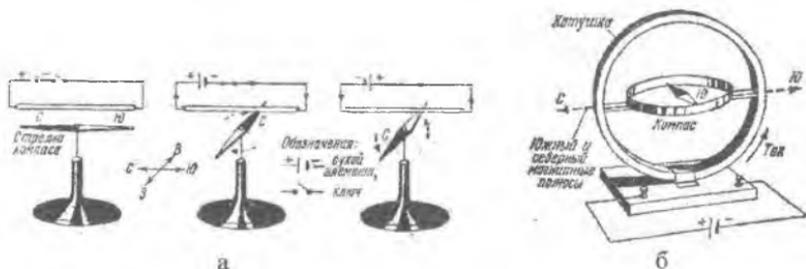


Рис. 11. Опыты Х. Эрстеда (1820) (а), тангенс-гальванометр (б)

Установление Г. Дэви зависимости электрического сопротивления провода от его длины и поперечного сечения, а также зависимости сопротивления от температуры провода.

1827г. Регистрация с помощью гальванометра Нобили разности потенциалов между разными точками тела лягушки.

Формулировка Г. Омом основополагающего количественного закона, связывающего силу тока в цепи и приложенное напряжение, введение понятия электропроводности и сопротивления проводника. Г. Ом показал также, что сопротивление проволоки пропорционально ее длине и обратно пропорционально ее сечению.

1830г. Открытие Д. Гершелем при исследовании распределения энергии в спектре излучения дугового фонаря с помощью чувствительного термометра инфракрасного (невидимого глазу) излучения.

1831г. Открытие М. Фарадеем явления электромагнитной индукции, определяющего взаимодействие электрических и магнитных полей. В опыте М. Фарадея на железное кольцо наматывались две обмотки, из которых одна, первичная, подключалась к батарее, другая, вторичная, к гальванометру. При замыкании цепи первичной обмотки наблюдалось резкое отклонение стрелки гальванометра, при размыкании отклонение происходило в другую сторону. Другой опыт М. Фарадея заключался во

введении постоянного магнита в катушку, соединенную с гальванометром. Всякий раз при движении магнита относительно катушки стрелка гальванометра отклонялась, фиксируя ток в цепи катушки.

Исследования электромагнитной индукции привели к разработке электрических машин: трансформаторов, генераторов постоянного тока, электродвигателей и т.п., а также к созданию чувствительных приборов для измерения тока (рис. 12).

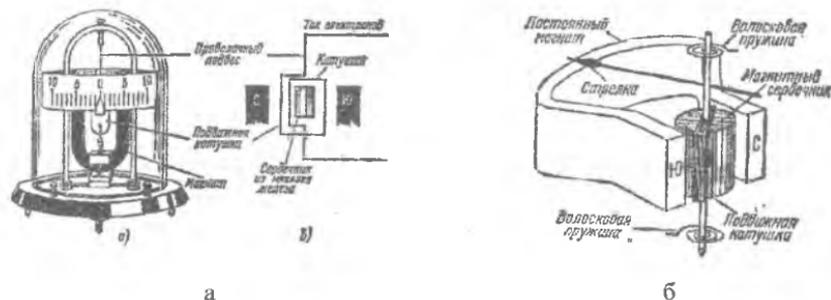


Рис. 12. Гальванометр Д'Арсонваля (а), схема построения магнитоэлектрического гальванометра Вестона (б)

Определение Ф. Саваром пределов частоты звука, слышимого нормальным ухом человека: 24 кГц (верхний предел), 14 Гц (нижний).

1832г. Появление первых электрических машин, основанных на пересечении магнитных силовых линий вращающимися витками обмотки – генераторов И. Пикси, Б. Якоби, Дж. Генри. Генератор переменного тока И. Пикси содержал подковообразный магнит, который приводился во вращение перед электромагнитом, имеющим U-образный сердечник и обмотку, соединенную с внешней электрической цепью. При вращении магнита в цепи регистрировался электрический ток. Позднее И. Пикси применил коммутатор Ампера для получения однонаправленного тока.

Исследование Э. Ленцем явления самоиндукции в проводниках, формулировка правила Ленца для определения направления тока самоиндукции и ЭДС индукции.

Зарождение метрологии. Предложение К. Гауссом и В. Вебером универсальной системы физических единиц, основанной на основных единицах – миллиграмме, миллиметре, секунде (позднее грамм, сантиметр, секунда – система СГС), которая просуществовала до середины XX века, а затем была вытеснена современной системой СИ.

Разработка эталонов электрического сопротивления: Э. Ленцем (1838г.) из калиброванной медной проволоки, Э. Сименсом (1860г.) с использованием ртутного столба.

1834г. Создание Харисоном первого сфимоманометра, представлявшего собой стеклянную трубку, торцевой конец которой (раструб), затянутый мембраной, прикладывался к поверхности тела над артерией. Величина пульсации сосуда оценивалась визуально по нанесенным на трубке делениям.

1835г. Создание А. Кетле научных основ биометрии. В работе «О человеке и развитии его способностей или опыт социальной физики» Кетле обобщил методы антропологии, социальной статистики с выводами теории вероятности и математической статистики. В дальнейшем математический аппарат биометрии был сформирован под влиянием английской школы (Ф. Гальтон, К. Пирсон, В. Госсет (псевдоним Стьюдент), Р. Фишер); (в России работы В.Я. Буняковского, А.В. Леонтовича, А.И. Чупрова).

1837г. Наблюдение М. Фарадесом поляризации диэлектриков, предположение о распространении электрического и магнитного действия через промежуточную среду, предсказание существования материалов – электретов как электростатических аналогов постоянного магнита

Создание индукционных электрических машин для получения высокого напряжения, содержащих трансформатор с двумя обмотками, расположенными на общем магнитном стержне. Ток в первичной (маловитковой) обмотке, подключённой к батарее, периодически прерывался, и во вторичной (многовитковой) обмотке возникала индуцированная ЭДС, превышающая напряжение батареи. Позднее, в 1848г. Г. Румкорфом была изготовлена индукционная «катушка» для получения высокого напряжения при физических исследованиях. В цепи питания первичной обмотки от батареи использовался прерыватель магнитного вибрационного типа (рис.13).

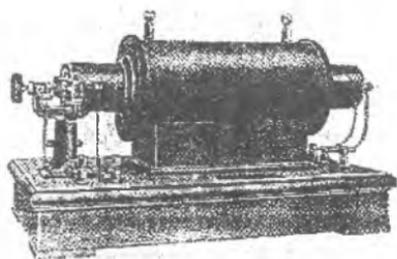
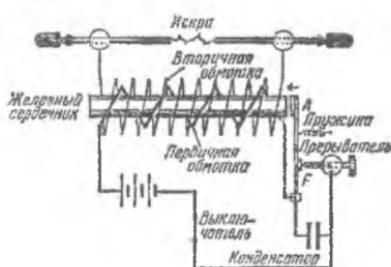


Рис. 13. Схема индукционной «катушки» Г. Румкорфа (1848) и ее внешний вид

Во вторичной обмотке «катушки» возникало высокое напряжение (до десятков киловольт), дающее в воздухе искру длиной до десятков сантиметров.

А. Массон впервые применил индукционную машину с механическим прерывателем, дающую импульсы высокого напряжения большой частоты, для медицинских целей.

1838г. Создание немецким ботаником М. Шлейденом теории клеточного строения растений.

1839г. Создание немецким зоологом и физиологом Т. Шванном теории клеточного строения животных.

1841г. Открытие Дж. Джоулем и Э. Ленцем (1843г.) закона теплового действия тока, устанавливающего связь между электрическим током, протекающим по проводнику, обладающим сопротивлением, временем и количеством выделяемой в проводнике теплоты.

1842г. Предположение Х. Доплера о влиянии движения источника звуковых колебаний относительно приемника на частоту регистрируемых приемником колебаний звука (эффект Доплера), экспериментальное подтверждение данного эффекта для звука было получено Х. Бейс-Баллотом в 1845г., для света - У. Хегинсом в 1867г.

Открытие Дж. Джоулем магнитострикционного эффекта, впоследствии нашедшего широкое применение при создании ультразвуковой медицинской терапевтической аппаратуры.

1843г. Создание основ электрофизиологии Берлинской школой Э. Дюбуа-Реймона. Основой для исследований послужила разработка комплекса приборов, позволяющих формировать импульсный электрический стимул и регистрировать биопотенциалы (рис. 14,а). Стимулятор представлял собой индукционную катушку, первичная обмотка которой подключалась к батарее через прерыватели, вторичная, многовитковая обмотка подключалась к объекту раздражения. Регулировка силы раздражения осуществлялась путем изменения взаимного положения катушек: первичная обмотка отодвигалась от вторичной на расстояние, отмеченное по специальной линейке. Сила раздражения оценивалась в единицах длины.

Для регистрации биопотенциалов впервые были применены жидкостные неполяризующиеся электроды. Для измерения потенциалов была использована компенсационная схема, позволяющая обеспечить высокое сопротивление измерительной цепи. Была определена величина потенциала, возникающего при раздражении нерва, а также пороговый характер раздражающего действия тока. Позднее были открыты основные закономерности раздражающего действия тока на нервы и мышцы. В 1850г. Г. Гельмгольцем была впервые измерена скорость распространения возбуждения по двигательному нерву (рис. 14,б).

1845г. Разработка Ф. Нейманом первой математической теории электромагнитной индукции и установление закона электромагнитной индукции для замкнутых проводников.

Открытие М. Фарадеем явлений диамагнетизма и парамагнетизма.

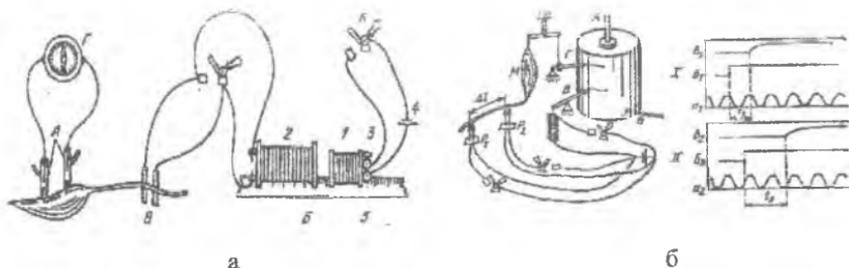


Рис. 14. Приборы Э. Дюбуа-Реймона (а), схема опытов Г. Гельмгольца по измерению скорости распространения возбуждения по двигательному нерву (б)

Формулировка Г. Кирхгофом законов электрических токов для разветвлённых цепей. Законы Ома и Кирхгофа впервые дали возможность производить расчёты электрических цепей и легли в основу зародившейся электротехники.

1.3 Появление в медицине и биологии новых методов, основанных на использовании технических средств

1846г. Первое применение эфира для наркоза американским хирургом У. Мортонем при проведении челюстной операции. Зарождение наркозно-дыхательной аппаратуры. Позднее, в **1847г.** Симпсон применил хлороформ, в **1848г.** Уиллис — закись азота. Использование наркоза невероятно расширило рамки хирургии.

Изобретение К. Людвигом кимографа — аппарата для измерения давления крови и записи изменения давления в виде кривой. Аппарат записывал колебания пульса и предназначался для лабораторных опытов, так как его манометрическая трубка соединялась с кровеносным сосудом.

1847г. Введение К. Людвигом и А. Моссо метода непрерывной регистрации кровяного давления прямым методом. В качестве измерительного прибора использовался ртутный манометр с демпфирующим узким каналом. Запись производилась пером, закрепленным на поплавке, который перемещался вместе с ртутью манометра. Устройство позволяло регистрировать среднее артериальное давление.

1848г. Введение У. Томпсоном понятия абсолютной температуры и абсолютной шкалы температур (шкала Кельвина).

1850г. Возникновение метода лечебного воздействия на организм человека - электростимуляции органов и тканей - основанного на использовании импульсного высокого напряжения, прикладываемого через электроды к телу человека. Аппарат для генерации стимулов. электростимулятор, строился на основе повышающего трансформатора, в первичной обмотке которого находился прерыватель тока от батареи Вольта. Позднее, в **1890-х** годах ручной прерыватель был заменен электромагнитным, что позволило получить импульсы тока с частотой следования до 1 кГц. Подобные электростимуляторы использовались в медицинской практике для целей нейромышечной реабилитации.

Начало работ Л. Пастера в области микробиологии. Изучение биологических свойств микроорганизмов привело к развитию приемов предупреждения вначале «болезней пива и вина», а позднее – болезней человека и животных. Им была предложена «пастеризация» - воздействие высокой температурой с целью предотвращения брожения вина и пива, в **1881г.** была получена вакцина против сибирской язвы, в **1885г.** - против бешенства.

1852г. Начало в России (Санкт-Петербург) электротехнического образования: подготовка в Николаевском инженерном училище офицеров, специалистов по применению электричества в сапёрных частях. Позднее, в **1846г.**, было создано первое самостоятельное учебное заведение «Техническое гальваническое заведение» с офицерским гальваническим классом, преобразованное в **1894г.** в Военную электротехническую школу с офицерским классом (приравненную к военным академиям). Далее, в **1886г.** было организовано первое гражданское высшее учебное заведение – Техническое училище почтово-телеграфного ведомства с правом присвоения звания телеграфного инженера, переименованное в **1891г.** в электротехнический институт (впоследствии Ленинградский электротехнический институт, в настоящее время - Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет). Здесь в **1962г.** впервые в стране началась подготовка специалистов в области биомедицинской техники.

1859г. Открытие Г. Кирхгофом и Р. Бунзеном оптического спектрального анализа.

1860г. Появление механических сфигмографов Маррея, Жакста, Ландонса, в которых жесткий, чувствительный к пульсациям элемент передавал колебания стенки артерии через систему рычагов к писчику, вычерчивающему на движущейся бумаге кривую изменения объема артерии – сфигмограмму (рис. 15).

Введение в клиническую практику термометрии, Л. Траубе измерял температуру лихорадящих больных и показал ценность этого диагностического приема. В России успешное использование

термометров Цельсия связано с деятельностью одного из основоположников отечественной медицины С.П. Боткина.

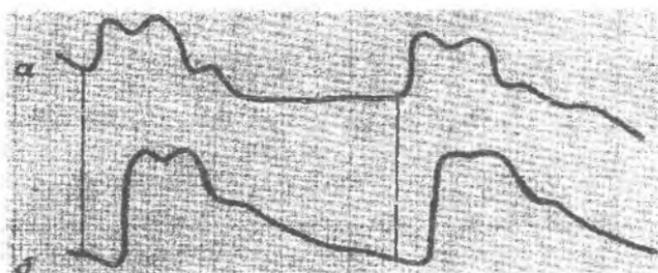


Рис. 15. Сфигмограммы сонной (а) и бедренной (б) артерий

1864г. Создание Дж. Максвеллом теории электромагнитного поля. Обобщая исследования М. Фарадея, Дж. Максвеллу удалось вывести векторное дифференциальное уравнение для стационарных полей, согласно которому каждая линия тока образует вихревую линию магнитного поля (1856г.). Решающим шагом в теории Дж. Максвелла явилось (1862г.) описание электрической поляризации диэлектриков - «электрической деформации» их молекул под действием электродвижущей силы, названной электрическим смещением.

Ток смещения возникает в каждом диэлектрике при изменении напряженности электрического поля и всегда образует вместе с током проводимости общий ток. Уравнения Максвелла, учитывающие токи проводимости и смещения, показывают, что изменения электрического заряда в диэлектрической среде создают переменное электрическое поле, а изменение электрического поля порождает магнитное поле.

Уравнения Максвелла описывают состояние поля во времени и пространстве и показывают, что эти поля ортогонально поляризованы и перемещаются в пространстве с постоянной скоростью (в вакууме эта скорость равна скорости света). Это перемещение является поперечной электромагнитной волной (с плоскостью колебаний, перпендикулярной направлению распространения волны). На основании своих исследований Дж. Максвелл выдвинул предположение об электромагнитной природе света. Из уравнений Максвелла следует существование электромагнитного поля излучения, т.к. вокруг переменного во времени тока создаётся переменное магнитное поле, способное возбудить в соседнем элементе пространства электрическое поле, которое за счёт токов смещения создаёт новое магнитное поле и т.д.

Уравнения Максвелла связывают величины, характеризующие электромагнитное поле, с параметрами его источников, т.е. с распределением в пространстве электрических зарядов и токов, что

впоследствии было использовано на практике при расчёте излучающих систем и линий передачи электромагнитных волн.

1868г. Создание Ж. Лекланше сухого цинково-угольного гальванического элемента с порошкообразным деноляризатором, ставшего впоследствии одним из самых распространенных источников тока.

1870г. Создание механических плетизмографов и введение их в практику физиологических исследований закономерностей гемодинамики (А. Фик, А. Моссо, Е. Цион и др.). Подобные приборы воспринимали без искажений пульсовые приращения объема избранного для исследования участка тела, представляли эти приращения графически в виде плетизмограммы (зависимости изменения объема от времени). Исследование плетизмограмм позволили определить скорость распространения пульсовой волны по сосудам (с помощью двух датчиков, расположенных на определенном расстоянии относительно друг друга по ходу сосуда), оценить упругие свойства сосудистой стенки, изучая приращение объема сосуда в ответ на изменение пульсового давления крови.

1872г. Изобретение А. Н. Лодыгиным электрической лампы накаливания.

1875г. Создание В.Л. Данилевским и Р. Кэтном метода регистрации биоотоков мозга с помощью гальванометра при исследовании активности обнаженного мозга животного в условиях сенсорного раздражения.

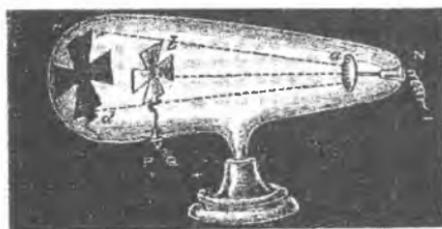
1876г. Описание Франсуа-Франком метода определения параметров венозного кровотока с помощью венозно-окклюзионного плетизмографа. Суть метода состояла в определении в участке тела приращения объема крови, вызываемого искусственным прекращением на некоторое время оттока крови по венозной части русла. Для этого проксимальнее воспринимающего полезный сигнал устройства (например, пневматической манжетки) располагалась окклюзионная манжета, предназначенная для быстрого прекращения венозного оттока. После окклюзии вен амплитуда плетизмограммы начинала возрастать пропорционально кровотоку через исследуемый участок тела.

Создание И. Марреем на основе воздушного плетизмографа метода измерения давления крови. Конечность помещалась в плетизмограф (воздушную манжетку), в котором плавно повышалось давление. По мере увеличения давления в плетизмографе появлялись пульсации. Измерение давления в плетизмографе и анализ величин и формы пульсаций позволял судить о величине артериального давления крови. Этот метод послужил основой современных осциллометрических способов измерения параметров артериального давления.

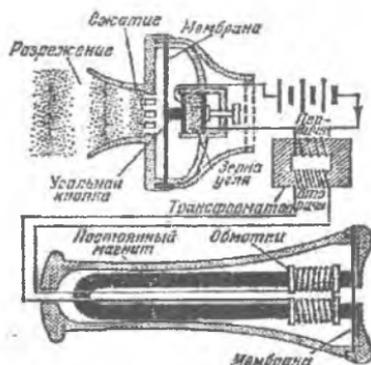
Исследование Э. Гольштейном, У. Круксом прохождения электрического тока через разряженные газы, первое описание «катодных

лучей» - потока отрицательно заряженных частиц, распространяющихся в направлении от катода к аноду (рис. 16,а).

1876г. Изобретение А. Беллом первого телефонного аппарата. Телефонная трубка аппарата содержала электромагнит, вблизи сердечника которого, находилась тонкая упругая мембрана из мягкого железа. Обмотка электромагнита – передатчика соединялась линией с обмоткой электромагнита – приемника. Колебания мембраны, обусловленные звуковыми волнами голоса, вызывали в цепи линии индуцированный ток, который передавался по линии и возбуждал электромагнит приемника, вызывая соответствующее колебание его мембраны и создавая звуковые колебания.



а



б

Рис. 16. Установка У. Крукса (1876) для изучения прямолинейного распространения «катодных лучей» (а), схема телефонного аппарата Д. Юза (1878)

1878г. Создание Э. Аббе первого современного оптического микроскопа.

1881г. Принятие на I Международном конгрессе электриков международной системы единиц измерения физических величин: электрического заряда – **Кулон**, электрической емкости – **Фарада**, напряжения – **Вольт**, сопротивления – **Ом**, в память об ученых, заложивших основы электротехники как науки.

1882г. Создание в Бонне первого паровоздушного стерилизатора для хирургического инструмента, шовного материала, халатов и др. В **1890г.** Халстед применил стерильные перчатки.

1887г. Экспериментальное подтверждение Г. Герцем существования электромагнитного поля излучения, открывшее дорогу изобретению радио (рис. 17,а).

Первая запись Уоллером биоэлектрической активности сердца с помощью капиллярного электрометра.

1888г. Изобретение А. Г. Столетовым фотоэлемента - первого фотоэлектрического преобразователя и исследование его свойств (рис. 17,б). Впоследствии фотоэлементы стали основой фотометрических приборов, используемых в биологии и медицине, а также систем передачи изображений (первоначально – фототелеграфа, затем – механических систем телевидения).

Создание М. И. Доливо-Добровольским генератора трехфазного электрического тока.

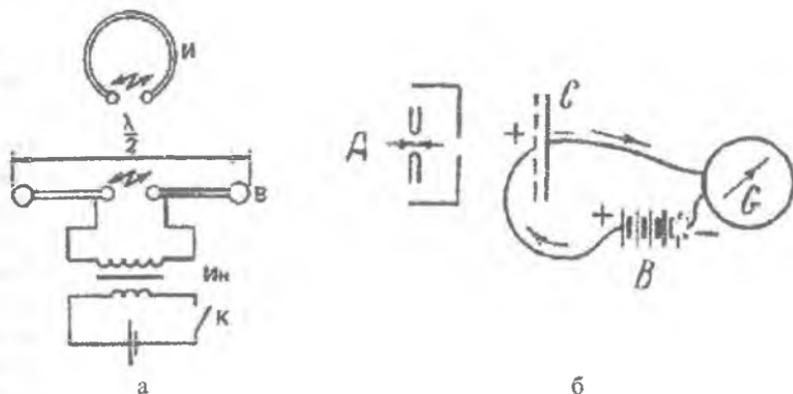


Рис. 17. Опыт Г. Герца (1887) по регистрации электромагнитного поля излучения (а), схема опытов А.Г. Столетова (1888) (б)

1891г. Изобретение Н. Теслой резонанс-трансформатора для получения токов высокой частоты и высокого напряжения. Прибор Тесла содержал катушку Румкорфа, высоковольтная обмотка которой периодически разряжалась на лейденскую банку, соединённую с первичной обмоткой резонанс-трансформатора. Вторичная обмотка трансформатора, настроенная в резонанс с колебаниями, давала очень высокое напряжение (около 100 киловольт) с частотой около 150 кГц. Эти напряжения давали электрический разряд длиной до нескольких метров.

1893г. Применение Стюартом электрического импедансного метода регистрации параметров кровообращения. Для определения времени циркуляции крови в большом и малом круге кровообращения была использована «метка» пониженного сопротивления путем введения в сосуд 1-2 мл 2,5% солевого раствора. На исследуемом участке сосуда устанавливались неполяризующиеся электроды, соединенные с мостом Уитстона. При прохождении «метки» в области расположения электродов электрический баланс моста нарушался, что фиксировалось чувствительным гальванометром.

1895г. Открытие В. Рентгеном при исследовании «катодных лучей» получаемых в катодной трубке, нового физического явления — X-лучей, впоследствии названных его именем.

X-лучи вызвали засветку защищенной от видимого света фотопластинки при ее расположении вблизи катодной трубки. Светонепроницаемый экран, покрытый слоем платиносиноеродистого бария, расположенный вблизи катодной трубки, при разряде начинал флуоресцировать. Прозрачность тела для X-лучей оказалась тем меньше, чем больше была его плотность и толщина. Это определило использование X-лучей, открытых Рентгеном, для интроскопии.

Демонстрация В. Рентгеном (1896г.) на заседании физического научного общества первого рентгеновского снимка кисти руки, на котором хорошо были видны кости (рис. 18,б).

Для получения качественного рентгеновского изображения необходимо получить пучок лучей в виде конуса с углом при вершине 30-35°. Рентген предложил конструкцию катодной трубки «фокус», дающую узкий пучок X-лучей. Катодом трубки служило вогнутое зеркало из алюминия, а анодом — платиновая пластинка, помещенная в центре кривизны зеркала и наклоненная под углом 45° к оси зеркала. Позднее, с целью уменьшения повреждения анода пучком электронов высокой интенсивности, было предложено конструктивное решение трубки с вращающимся анодом. Частота вращения выбиралась от 2000 до 18000 об/мин. Это позволяло получить высокоинтенсивные пучки для коротких экспозиций при получении рентгеновских изображений. До разработки термоэлектронных приборов трубки Рентгена «фокус» были единственными установками для получения рентгеновского излучения в медицинских целях (рис. 18,а).

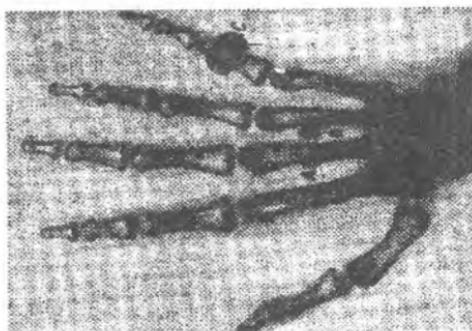
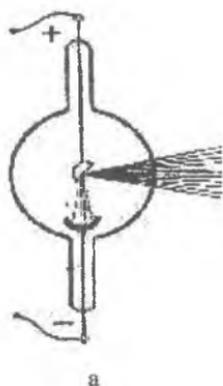


Рис. 18. Устройство первых рентгеновских трубок (а), первый снимок кисти руки (б)

В 1901г. за выдающийся вклад в науку В. Рентген был удостоен первой Нобелевской премии по физике.

1895г. Изобретение радио А. С. Поповым. Исследуя методы создания и регистрации электромагнитных колебаний, А. С. Попов пришёл к выводу о возможности создания беспроводной системы передачи и приема сообщений (связи). Для передачи сообщений он использовал вибраторы Герца и Риги, вводя в цепь первичной обмотки индукционной катушки телеграфный ключ для прерывания электромагнитных колебаний в соответствии с кодом передаваемого сообщения (рис.19,а).

Исследование способов регистрации электромагнитных колебаний на основе изучения «радиокондуктора» Э. Бранли привели А. С. Попова к созданию оригинальной конструкции когерера – «трубки», содержащей платиновые электроды и железные опилки и показавшей высокую чувствительность к обнаружению электромагнитных колебаний (рис.19,б).

А. С. Попов впервые использовал в «Приборе для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» релейный усилитель и предложил автоматическое восстановление чувствительности когерера после приёма сигнала, что определило способность прибора регистрировать кодовые посылки сообщения. Тем самым А. С. Попов впервые решил задачу телеграфирования без проводов, то есть задачу радиосвязи.

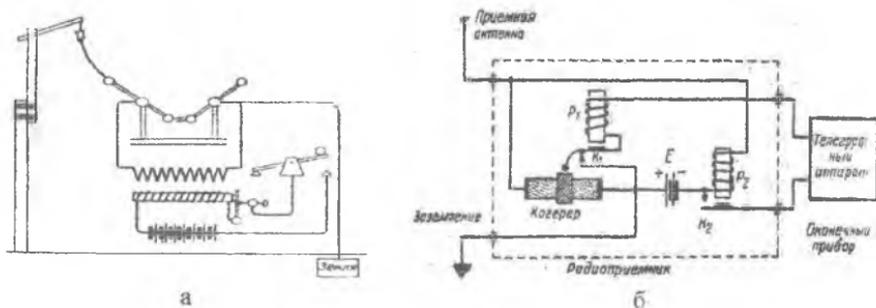


Рис. 19. Искровой передатчик (а) и приемник (б) А.С. Попова для телеграфирования без проводов

1896г. Открытие А. Беккерелем естественной радиоактивности урана при исследовании фосфоресцирующих веществ. Открытию помог случай. В ящике стола А. Беккереля лежали закрытые светонепроницаемой бумагой фотопластины, придавленные кусками минерала, в котором, как оказалось при исследовании, содержались соли урана. После проявления пластинок на них были обнаружены следы излучения. Дальнейшие исследования явления, названного М. Кюри радиоактивностью,

обнаружили распад урана и превращение его в другие химические элементы.

Создание сфигмоманометра австрийским профессором С. Башом и итальянцем С. Рива-Роччи. Использование С. Рива-Роччи для окклюзии конечности при определении артериального давления (по И. Марю) воздушной кольцевой манжеты.

Предложение пальпаторного метода определения систолического значения АД, заключавшегося в измерении значения давления воздуха в манжете, при котором в лучевой артерии исчезал пульс. Позднее, в 1901г. Х. Ресклингхаузер увеличил ширину манжетки до 12 см, показав, что при этом уменьшаются погрешности измерения АД.

Формирование научных основ физиотерапии: светолечения (работы Н. Финзена), электролечения высокочастотными токами (работы Ж..Д'Арсонваля), гальванизации, бальнеологии (работы Я. Ван-Бремена) (рис.20).

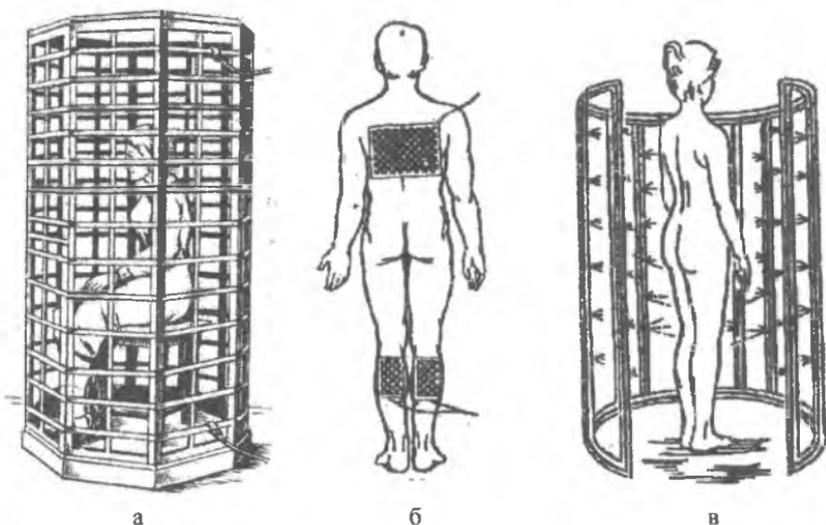


Рис. 20. Клетка-соленоид для общей дарсонвализации (а), расположение электродов при общей гальванизации (б), циркулярный душ (в)

Ж..Д'Арсонваль предложил использовать с лечебной целью воздействие на организм электромагнитных колебаний с частотой 200...5000 кГц, получаемых с помощью искровых передатчиков. Токи воздействия имели импульсный, колебательный характер, поэтому средняя мощность была чрезвычайно мала и тепловой эффект в тканях организма полностью отсутствовал. Пиковое напряжение на электроде при дарсонвализации достигало 20...30 кВ. При «общем» воздействии

высокочастотный ток проходил от электрода через распределенную емкость пациента на Землю.

Метод гальванизации заключается в воздействии на ту или иную часть тела постоянным током относительно небольшой плотности. Величину тока при чрескожном воздействии выбирают 0,05-0,2 мА/см², для слизистых оболочек - 0,02 -0,03 мА/см². Под действием гальванического тока в тканях усиливается крово- и лимфообращение, стимулируются обменные процессы, проявляется болеутоляющее действие.

Движение в растворах и тканях под действием сил электрического поля ионов используется для введения в организм лекарственных веществ. Для электрофореза под электродами размещают салфетки с растворами лекарственных средств. Для «общей» гальванизации часто в качестве электродов используются ванны с лекарственным раствором для конечностей.

1899г. Исследование А. Беккереля, Э. Резерфорда и позднее П. Вийяра выявили трехкомпонентный состав радиоактивного излучения (рис. 21,а). Быстропоглощаемая компонента, состоящая из положительно заряженных частиц, была названа α -излучением, компонента отрицательно заряженных частиц - β -излучением и сильно проникающая, не отклоняемая полем компонента - γ -излучением.

1900г. Первое указание Дж. Превоста и Ф. Баттелли на возможность прекращения фибрилляции сердца с помощью сильного импульса электрического тока.

1901г. Обнаружение А. Беккерелем, П. Кюри физиологического действия радиоактивного излучения.

1902г. Получение С. Ледюком электронаркоза у теплокровных и человека с помощью прямоугольного импульсного тока. Генератор Ледюка представлял собой электромеханический прерыватель, питаемый от гальванической батареи. Прерыватель состоял из контактного кольца, разделенного на сегменты, и двух, подводящих ток, угольных щеток. Кольцо укреплялось на валу двигателя, допускающего регулировку числа оборотов в широких пределах. Изменением расстояния между щетками достигалось изменение длительности импульсов тока. При изменении скорости вращения вала регулировалась частота следования стимулов (рис. 21,б).

С. Ледюк для своих опытов по электронаркозу использовал ток с частотой 100...200Гц, длительность импульса составляла порядка единиц миллисекунд.

Зарождение лапароскопии, термин ввел Jacobaeus, впервые он применил этот метод у человека (более 100 исследований). Производил исследования без пневмоперитонеума, в основном у больных с асцитом, туберкулезным перитонитом. Усовершенствовал оптическую трубку.

Российский гинеколог Отт впервые произвел дистантный осмотр органов малого таза, используя для освещения лобный рефлектор. С 1901 г. по 1908 г. Оттом было выполнено около 2000 таких осмотров, названных автором «вентроскопией».

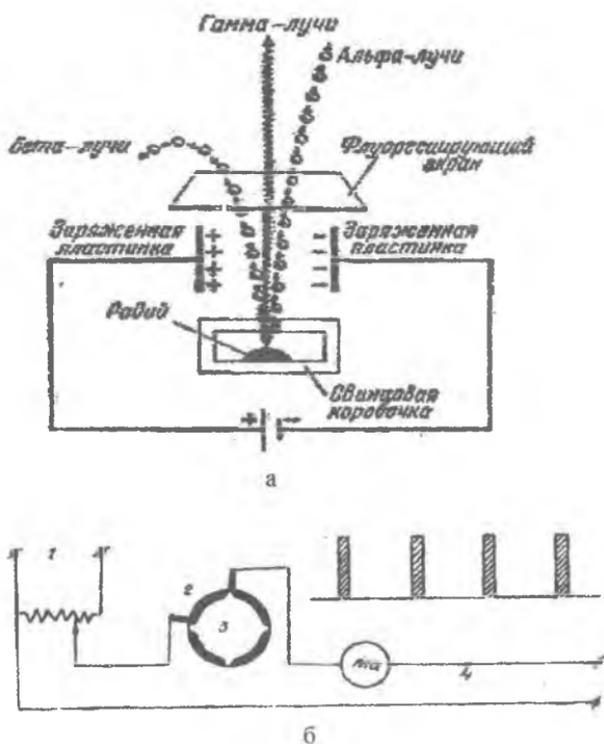
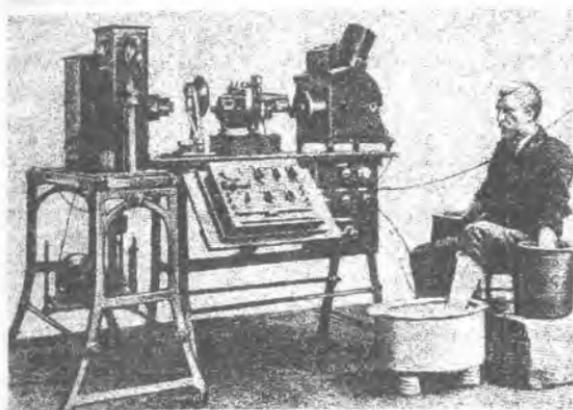


Рис. 21. Трехкомпонентный состав радиоактивного излучения (а), электромеханический прерыватель Ледюка (1902) для получения импульсного стимулирующего тока (б)

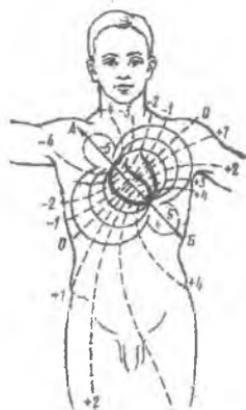
1903г. Изобретение В. Эйнтховеном первого устройства для практической электрокардиографии, содержащего струнный гальванометр, позволивший зарегистрировать на фотобумаге электрические потенциалы, возникающие на поверхности тела человека в результате деятельности сердца (рис.22,б) – электрокардиограмму (ЭКГ).

В электрокардиографе В. Эйнтховена отсутствовал электронный усилитель, и ток, необходимый для отклонения чувствительной рамки гальванометра, был обусловлен только биопотенциалами отведений. В этом случае для снижения сопротивления цепи: живая ткань – гальванометр, использовались жидкостные электроды, представлявшие собой медные тазы с соевым раствором, в которые пациент погружал

руки и ногу. Запись ЭКГ производилась на фотопленку с помощью светового луча, отраженного от зеркала, укрепленного на чувствительной рамке гальванометра (рис.22,а).



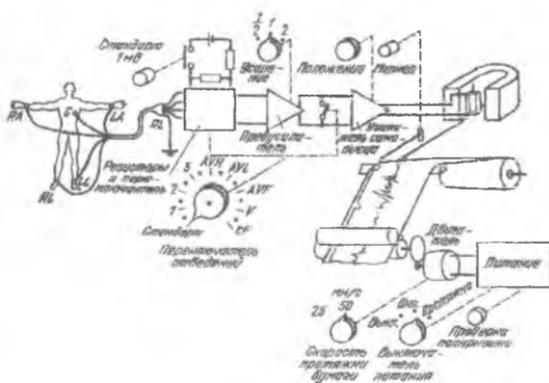
а



б

Рис. 22. Первый электрокардиограф с регистрацией ЭКГ на фотопластинку (а), электрический вектор сердца (б)

Впоследствии техника регистрации ЭКГ была усовершенствована введением электронных усилителей биопотенциалов сердца, регистрируемых с помощью поверхностных электродов небольшой площади и самописцев, обладающих высоким быстродействием (рис.23).



а



б

Рис. 23. Схема устройства электрокардиографа (а), поверхностные электроды для регистрации ЭКГ (б)

В. Эйнтовен предложил первое объяснение взаимосвязи различных фаз сокращения сердца и хода кривой ЭКГ. Была разработана определенная система расположения электродов на теле человека (правая рука, левая рука, левая нога) (треугольник Эйнтовена), ставшая классической и используемая в настоящее время.

Морфология ЭКГ. Кривая ЭКГ (рис. 24) состоит из зубцов (обозначенных латинскими буквами P, Q, R, S, T, U), сегментов и интервалов.

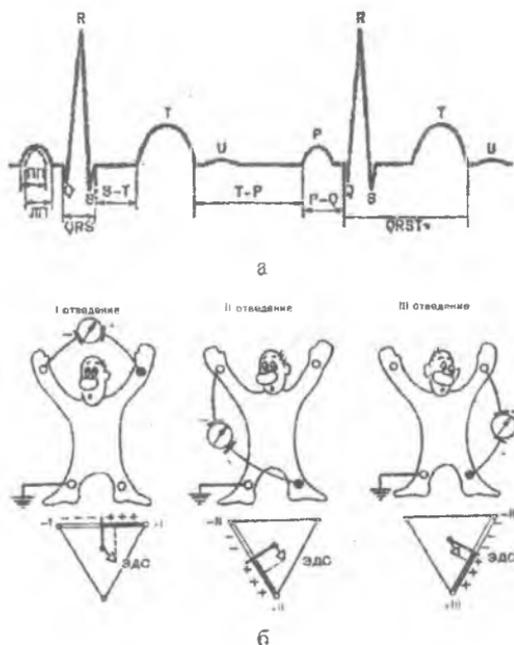


Рис. 24. Запись кривой ЭКГ (1-отведение) (а), расположение электродов при регистрации ЭКГ (отведения ЭКГ) (б)

Зубец P отражает возбуждение (деполяризацию) предсердий. Длительность зубца P - 0,06-0,11 с. В I отведении зубец положителен с амплитудой 20-25 мкВ.

Интервал PQ - время предсердно-желудочной проводимости, длительность - 0,12-0,20 с.

QRS-комплекс: зубцы Q, R, S, T составляют желудочковый комплекс, называемый электрической систолой. Интервал QRS, характеризующий распределение возбуждения по миокарду желудочков, имеет длительность 0,06-0,1 с. В I отведении зубец Q не превышает 20-30 мкВ, зубец R сильно зависит от расположения электрической оси сердца и может достигать 0.5 мВ.

Сегмент ST – указывает на то, что миокард желудочков полностью охвачен возбуждением. В I отведении сегмент расположен на изоэлектрической линии (допустимое смещение - 5 мкВ, + 10 мкВ).

Зубец T – соответствует процессам прекращения возбуждения желудочков. В I отведении зубец T положителен, обычно небольшой амплитуды.

Осуществление В. Эйхеном передачи ЭКГ из больницы в свою лабораторию на расстояние в несколько километров по телефонной линии.

Открытие У. Круксом, Г. Гейтелем, Ю. Эльстером эффекта сцинтилляций и использование его для регистрации заряженных частиц.

Форма нормальной ЭКГ в любом отведении зависит от проекции вектора ЭДС сердца на оси отведений.

Сцинтилляционный метод регистрации основан на явлении кратковременных вспышек света при бомбардировке быстрыми заряженными частицами некоторых люминесцирующих веществ (сернистый цинк, нафталин и др.). Вспышки света считались вручную, визуально с помощью глаза (спинтарископ), а впоследствии, после изобретения фотоэлектронных умножителей, с помощью электронных счетчиков. Впоследствии сцинтилляционный метод регистрации был использован для дозиметрии излучений и в системах эмиссионной диагностики.

1.4 Возникновение биомедицинской электроники

1904г. Создание Дж. Флемингом вакуумной двухэлектродной электронной лампы – «диода», на основе использования эффекта термоэлектронной эмиссии, исследованного Т. Эдисоном еще в 1883г. Дiode Флеминга, включенный в цепь электрического тока, обнаружил свойство односторонней проводимости, что позволило его использовать в качестве выпрямителя переменного тока, а также чувствительного и стабильного детектора высокочастотных колебаний для радиоприемников (рис.25).

1905г. Обнаружение Н.С. Коротковым звукового феномена, возникающего в артерии при ее окклюзии воздушной манжеткой. Звуковые колебания (тоны) воспринимались фонендоскопом, наложенным в проекции лучевой артерии ниже манжетки. Нагнетание воздуха в манжетку приводило к прекращению кровотока в дистальной части руки. Затем производился медленный выпуск воздуха из манжетки (декомпрессия). Значения давления воздуха в манжетке, соответствующие появлению тонов (обусловленных появлением артериального пульса дистальнее манжетки) при декомпрессии и их исчезновению, принимались, соответственно, за систолическое (максимальное) и

диастолическое (минимальное) значения артериального давления. Это открытие положило начало самому простому и распространенному в медицинской практике методу определения артериального давления, носящему имя Короткова (рис. 26).

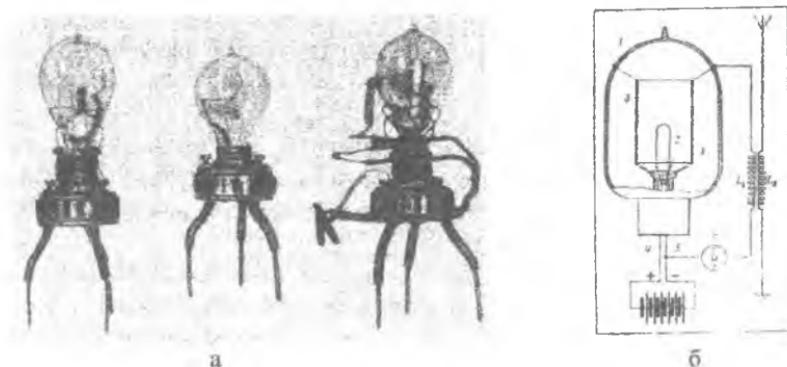


Рис. 25. Первые электронные лампы: а - внешний вид, б - диод Дж. Флеминга в схеме детекторного приемника

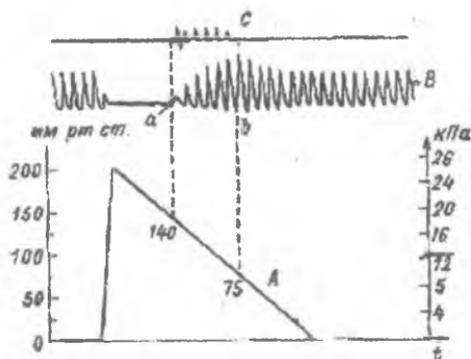


Рис. 26. Измерение артериального давления по методу Короткова

1907г. Начало развития бесконтактной электроплетизмографии. Кремер, расположив изолированное сердце лягушки между обкладками конденсатора, обнаружил изменения его емкости при сокращениях, которые были зарегистрированы самопишущим прибором.

Разработка Ли де Форестом первой усилительной радиолампы — «триода» (первоначальные названия: аудион, вакуумная трубка, катодное реле).

Де Форест поместил в диод Флеминга третий электрод — «сетку», отделяющую анод от катода. Изменяя потенциал на этом электроде, оказалось возможным изменять ток в анодной цепи. Де Форест обнаружил, что чрезвычайно малые изменения напряжения на сетке приводят к заметному изменению анодного тока лампы. Таким образом, установив в анодную цепь нагрузку можно было получить электрическое усиление сигнала.

Использование первых радиоламп позволило существенно повысить чувствительность радиоприемных устройств, построить усилители слабых сигналов, что привело к резкому повышению чувствительности средств измерения электрических сигналов, в частности, в биологии и медицине стала возможной регистрация биопотенциалов микровольтового уровня.

Первые лампы имели катод прямого канала (наподобие осветительных ламп) и невысокий вакуум, что затрудняло получение большого усиления.

Исследование электрических характеристик вакуумных ламп — триодов конструкций И. Ленгмюра, В. Шоттки, Г. Раунда, М.А. Бонч-Бруевича, Н.Д. Папалекси, М.М. Богуславского и др. позволило (1913г.) создать приемно-усилительные лампы с высоким усилением. Совершенствовалась технология производства радиоламп, благодаря достижениям в технике получения высокого вакуума. Работы И. Ленгмюра по разработке парортутного насоса позволили создать условия для начала массового производства высоковакуумных радиоламп.

И. Ленгмюр предложил оксидные катоды, что позволило снизить энергопотребление ламп. Г. Раунд предложил цилиндрическую форму анода и сетки, которые располагались коаксиально по отношению к катоду. Эта конструкция ламп получила широкое распространение вплоть до наших дней.

Потребность в радиолампах создавалась из-за быстрого развития радиосвязи и радиовещания и роста выпуска ламповых радиоприемников. Фирмы «Маркони», «Телефункен», «Сименс» и др. начали производство радиоламп для приемной и передающей аппаратуры. В России (1914г.) на заводе РОБТиТ Н.Д. Папалекси создал первую усилительную лампу с коаксиальным расположением электродов (рис.27).

С целью увеличения срока службы лампы имела рабочий и резервный катоды. Напряжение накала составляло 4В, анодное напряжение — от 40 до 150В. Годом позже был налажен выпуск вакуумных ламп для передатчиков с потребляемой мощностью до 250 Вт. В 1915г. В.Н. Волюнкин на радиозаводе морского ведомства наладил выпуск радиоламп. Лампы имели вольфрамовый катод прямого канала и позволяли получить коэффициент усиления 10.

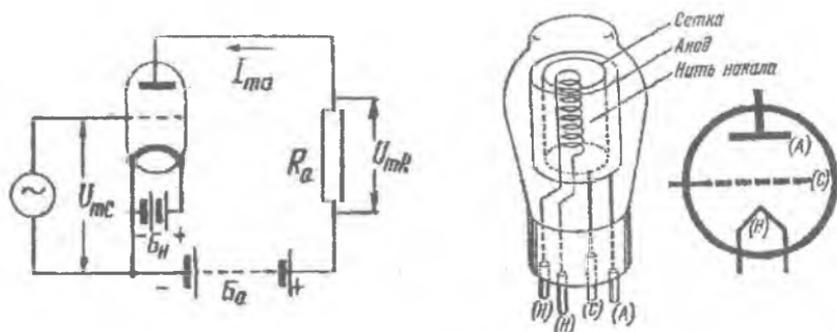


Рис. 27. Включение лампового триода в режиме усиления

1908г. Изобретение Гейгером и Э. Резерфордом ионизационного счетчика для регистрации α -частиц, получившего применение в конструкции счетчика Гейгера-Мюллера для регистрации ионизирующего излучения (рис.28,а).

1909г. Начало исследований Мелтцера и Ауира по интратрахеальному искусственному дыханию во время проведения хирургических операций. Позднее это послужило основой разработки аппаратуры и методов интратрахеального наркоза, открывшего хирургам доступ в грудную полость и послужившего становлению сердечно-сосудистой хирургии.

1910г. Описание Ф. Клаусом основных показателей ЭКГ здорового и больного сердца.

1914г. Получение А. Мейснером патента на ламповый автогенератор незатухающих синусоидальных колебаний (рис. 28,б). Основу схемы составлял контур, частота настройки которого давала частоту колебаний автогенератора. Контур был включен в анодную цепь лампового усилителя, охваченного положительной обратной связью. Данная схема стала классической. Разновидности схем ламповых автогенераторов предложили Раунд (1914г.), Р. Хартлей (1915г.), Э. Колнитц (1918г.). Впоследствии схемы ламповых генераторов получили распространение в высокочастотной физиотерапевтической аппаратуре.

Начало серийного производства отечественных ламп разработки НРЛ - ПР-1 (пустотное реле №1); позднее выпускалась лампа Р-5 «Микро» и двухсеточная лампа «МДС» (Электроввакуумный завод, г. Петроград).

1918г. Использование Смитом и Парди записи ЭКГ для диагностики инфаркта миокарда.

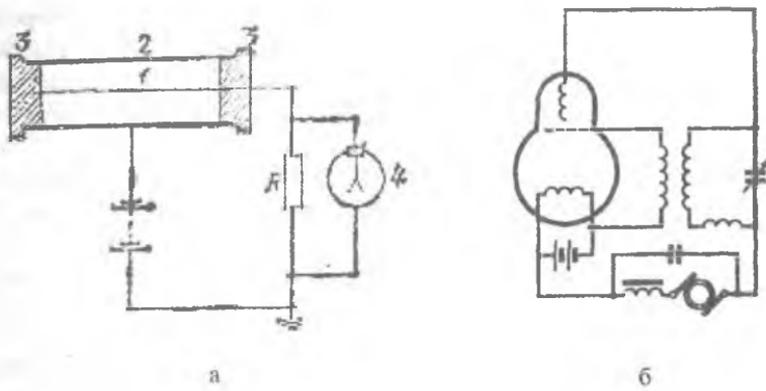


Рис. 28. Счетчик Гейгера – Мюллера для регистрации ионизирующего излучения (а), схема лампового автогенератора А. Мейснера (б)

1920г. Появление электрокардиографов с электронными усилителями, позволившими использовать более надежные магнитоэлектрические регистраторы с записью ЭКГ на бумажной ленте или позднее (в 60-х годах) более качественную запись на термочувствительной бумаге.

Создание Гартеном первого мембранного манометра для измерения давления крови с преобразованием перемещения мембраны в электрический сигнал с последующим усилением и записью. Электроманометры для измерения давления в магистральных сосудах и полостях сердца были разработаны А. Хансеном (1949г.), Х. Ширером (1962г.) и др. (рис.29)

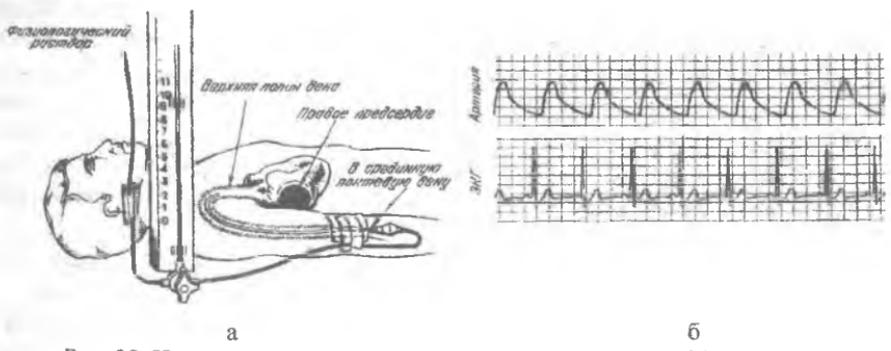


Рис. 29. Инвазивное измерение давления крови в артерии (а), запись сигнала электроманометра синхронно с ЭКГ

1921г. Начало развития реографии. Предложение Мейером и Шлютером измерения электрического сопротивления тканей головного мозга через зонды-электроды для диагностики поражения тканей. Было показано, что электрическое сопротивление опухолевой ткани примерно в два раза меньше сопротивления нормальной мозговой ткани.

1924г. Присуждение В. Эйнтховену Нобелевской премии по медицине за разработку электрокардиографического метода исследования сердца.

Середина 20-х годов охарактеризовалась развитием электроники и ламповой усилительной техники, в частности, разработкой резистивно-емкостного усилителя низкой частоты и способов формирования его амплитудно-частотной характеристики. Классическая схема усиления, предложенная Г. Ферье (Франция), получила распространение во всем мире и дошла до наших дней.

Создание многоламповых усилителей выявило трудности в реализации большого усиления для регистрации слабых сигналов.

Во-первых, усилители, особенно с увеличением полосы усиливаемых частот, становились неустойчивыми, что ограничивало усиление, приходящееся на один каскад. Для борьбы с самовозбуждением стали использоваться схемотехнические приемы, например, нейтрализация обратной связи, средства рационального конструирования усилителей (экранирование, построение усилителя в виде «линеек», развязка каскадов по цепям питания и т.п.), потребовалась разработка радиоламп со слабой внутренней обратной связью.

Во-вторых, было замечено, что регистрация сигналов очень малой величины, например, биопотенциалов мозга, становится невозможной из-за появления на выходе усилителя хаотического мешающего напряжения, проявляющегося в виде равномерного шума, маскирующего сигнал. Причина этого явления объяснялась собственными шумами усилителя, связанными с дискретным характером тока в электронных приборах, тепловыми флуктуациями носителей зарядов и т.п. факторами.

В. Шоттки исследовал шумовую составляющую анодного тока усилителя и назвал это явление дробовым эффектом. Впоследствии рассмотрение вопросов выделения слабых сигналов на фоне помех стало предметом изучения отдельной области техники - статистической обработки сигналов.

1925г. Появление работ Ж. Лаховского (Франция) по взаимодействию высокочастотных электромагнитных полей с биологическими объектами. Формулировка основного принципа электромагнитной биологии, «живое эмитирует излучение; большинство живых существ способно обнаруживать и принимать волны». В 1931г. Ж. Лаховский создал высокочастотный терапевтический аппарат («многосволновый генератор»), который одновременно излучает волны

различной длины, таким образом, что среди этих волн или их гармоник всегда находится одна или несколько таких, которые пригодны для достижения наилучшего эффекта с соответствующей терапевтической целью». Аппарат представлял собой резонанс - трансформатор Н. Тесла с широкополосной излучающей антенной, состоящей из концентрически расположенных проводников. Аппарат Ж. Лаховского с успехом использовался для лечения целого ряда заболеваний (рис.30).

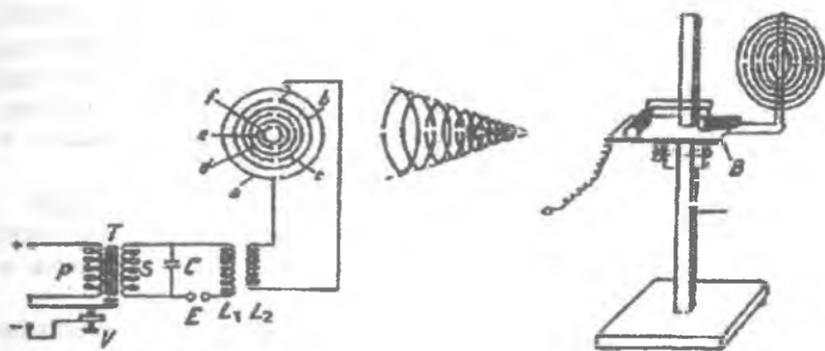


Рис. 30. Схема высокочастотного терапевтического аппарата Лаховского

1929г. Регистрация австрийским психиатром Х. Бергером электрической активности мозга, отводимой с помощью электродов, расположенных на коже головы. Запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ) стала возможной только благодаря использованию малошумящих ламповых усилителей биопотенциалов с большим усилением, так как амплитуда ЭЭГ составляет десятки микровольт. Г. Бергером впервые в клинической практике был применен прибор – электроэнцефалограф, содержащий ламповый усилитель и самописец.

1931г. Появление фотоэлектрического метода определения степени насыщения гемоглобина крови кислородом (сатурации крови кислородом). Исследования немецкого физиолога Л. Николаи, позднее К. Крамера, в области спектрофотометрии света, пропущенного через кожу человека, показали, что отношение абсорбции в красной и инфракрасной полосе излучения есть линейная функция сатурации. Дальнейшее развитие этого метода привело к созданию неинвазивных средств определения сатурации крови кислородом, необходимых для диагностических исследований функции внешнего дыхания и доставки кислорода в ткани.

1932г. Формулировка Вильсоном дипольной, векторной теории происхождения ЭКГ, объяснившей форму кривой, регистрируемой в различных отведениях. Биоэлектрические активности сердца

представляются суммой элементарных диполей, характеризующих активность отдельных миокардиолических клеток. В результате возникает вектор электродвижущей силы сердца (электрическая ось сердца), направленный от основания сердца к верхушке. Вокруг сердца образуется электрическое поле, дающее на поверхности тела распределение электрического потенциала. ЭКГ представляет собой проекцию вектора сердца на линию, соединяющую регистрирующие электроды.

Запись Этзлером и Лехманом колебаний кровенаполнения органов путем регистрации изменения, под действием гемодинамических факторов, параметров колебательного контура, настроенного на высокую частоту. Конденсатор контура, выполненный в виде системы пластин, между которыми помещался исследуемый объект, использовался в качестве чувствительного элемента электроплетизмометра.

1934г. Выдвижение предположения о происхождении ЭЭГ - медленных колебаний биопотенциалов, регистрируемых с поверхности мозга (Э. Эдриан), в основу которого была положена гипотеза о суммировании спайковой активности нервных клеток.

Было установлено, что ЭЭГ отражает функциональное состояние мозга. Возбужденное состояние ЦНС проявляется, преимущественно, в виде учащения корковой ритмики - появления быстрых колебаний биопотенциалов. Если в фоновой кривой преобладает основной, доминирующий ритм, возбужденное состояние выражается в учащении этого ритма.

При анализе ЭЭГ различают несколько типов ритмических составляющих, отличающихся по частоте:

- 0,5 - 4,0 Гц - дельта-ритм, характерный для состояния сна;
- 5,0 - 7,0 Гц - тета-ритм;
- 8,0 - 13,0 Гц - альфа-ритм, основной ритм ЭЭГ, преобладающий в состоянии покоя;
- 15,0 - 35,0 Гц - бета-ритм, характерный для состояния активности деятельности;
- более 35,0 Гц - гамма-ритм.

Наибольшую амплитуду (20...100 мкВ) в ЭЭГ имеет альфа-ритм, колебание, которое связывают с явлением синхронизации пиковых потенциалов клеток мозга. Э. Эдриан предложил использовать для исследования ЦНС воздействие в виде ритмических вспышек яркого света. Под действием светостимуляции наблюдается перестройка основного ритма ЭЭГ в соответствии с частотой стимуляции. Этот фактор используется при диагностике состояния ЦНС.

Метод ЭЭГ позволяет объективно регистрировать интегративную деятельность высших отделов ЦНС как в норме, так и при различных функциональных состояниях (М.Н. Ливанов, В.С. Русинов, В.Ф. Цапенко, 1960-70гг.), позволяет судить о функциональном состоянии мозга.

например, о глубине наркоза, о наличии в определенных зонах коры патологических процессов. Так, по данным ряда авторов, умственная активность у взрослых сопровождается повышением мощности бета-ритма; усиление тета-активности можно соотнести с успешностью решения задач.

ЭЭГ регистрируют по 8-16 каналам от основных областей мозга: лобной, височной, теменной и затылочной. Запись ЭЭГ у человека производится в покое в изолированной кабине (рис. 31). При записи на самописец масштаб по амплитуде составляет 10 мкВ/1 мм при скорости ленты от 5 до 60 мм в сек.

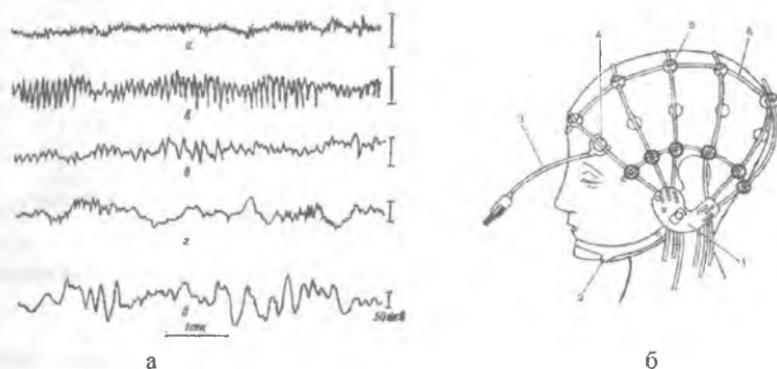


Рис. 31. Запись ЭЭГ (а), «сетка» для крепления электродов (б)

Автоматизация обработки ЭЭГ включает вычисление мощности спектральных составляющих по Фурье, а также проведение корреляционного анализа спектральных составляющих для различных отведений и определение их когерентности.

1935г. Создание У. Кенноном современного учения о функциях вегетативной нервной системы, а также теории гомеостаза.

Развитие под влиянием совершенствования устройств генерации различного вида излучений в технике физических методов лечения в медицине: электротерапии, облучении ультразвуком, ультрафиолетовыми лучами, рентгено- и радиотерапии (рис.32).

1936г. Создание Н.Н. Савицким методики точного определения параметров артериального давления крови с использованием записи производной от пульсации воздуха в окклюзионной манжетке (тахеооциллограммы).

1937г. Осуществление Манном контактного способа регистрации изменений объема сосуда с помощью электрической цепи, содержащей мост переменного тока звуковой частоты. Один электрод накладывался на кончик указательного пальца, другой у его основания. Регулируя давление

в окклюзионной манжетке, охватывающей плечо, Манн зарегистрировал изменение пульсирующего электрического сигнала, снимаемого с моста.

Развитие этого метода в работах Нибоера, А.А. Кедрова и др., показавших, что относительное приращение пульсового объема сосуда пропорционально относительному приращению его с электрического сопротивления, заложило основу современной реографии.



Рис. 32. УВЧ-терапия локтевого сустава (а), ультразвуковая терапия плеча (б), общая франклинизация (в)

1938г. Разработка советским физиологом П.К. Анохиным основ теории функциональных систем, явившейся универсальным инструментом системного анализа в биологии. Рассмотрение биологических процессов в виде функциональных систем позволяет связать воедино кибернетические и метаболические функции организма. Любая функциональная система по П. К. Анохину имеет принципиально однотипную организацию и включает общие и притом универсальные для различных систем организма периферические и центральные узловые механизмы. Теория функциональных систем впоследствии послужила основой для формирования физиологической кибернетики (рис.33).

1942г. Создание первых оксиметров для авиационной медицины, приборов для определения сатурации крови кислородом с ушным фотоэлектрическим датчиком. Датчик содержал источник света (миниатюрную лампу накаливания) со светофильтрами, расположенный на одной стороне ушной раковины, и фотоприемники, расположенные на другой стороне. Оксиметр Ж. Милликена (США) определял гипоксическое состояние у летчиков при высотных полетах. Позднее (1946г.) оксиметр был впервые использован при анестезии в клинических условиях для определения функции внешнего дыхания при искусственной вентиляции легких.



Рис. 33. Структура функциональной системы по П. К. Анохину

1943г. Первое применение в клинической практике аппарата для диализа различных веществ из циркулирующей крови – искусственной почки (рис.34).

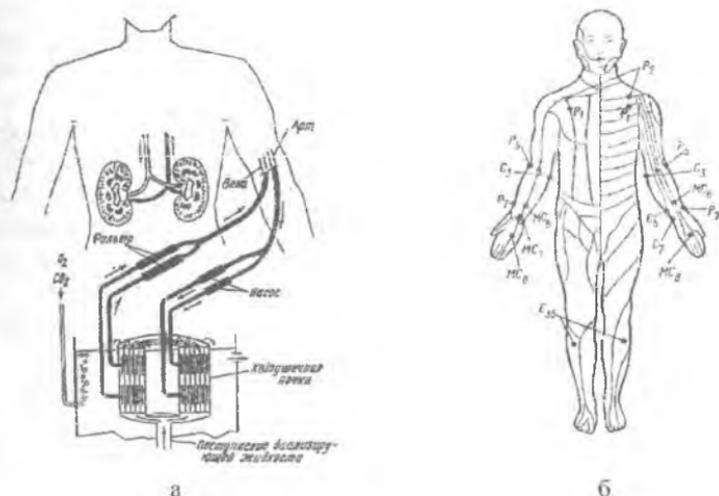


Рис. 34. Схема аппарата «искусственная почка» (а), расположение БАТ. наиболее часто используемых при лечении остеохондроза шейного отдела позвоночника (б)

Фильтрующий элемент аппарата состоял из кассеты тонких резервуаров, стенки которых представляли собой полупроницаемую мембрану. Кассета помещалась в емкость, в которой протекал солевой

изотонический раствор, нагретый до 37°C. Тонкие резервуары с помощью трубок соединялись с двумя канюлями, одна из которых вводилась в артерию, а вторая в вену. Ряд веществ, проходящих через резервуары, диффундируют в солевой раствор, который омывает снаружи полупроницаемую мембрану резервуаров. При большой поверхности мембраны удается таким образом удалять у человека из крови за 1 час от 6 до 16 г и более мочевины. Таким путем поддерживается жизнь больных с нарушенными функциями почек.

1946г. Ученые из США Феликс Блох и Ричард Пурселл независимо друг от друга открыли явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР) для жидкостей и твердых тел. В 1952г. они оба были удостоены Нобелевской премии по физике, а ЯМР начал использоваться в физической и органической химии, физике твердых тел, биофизике и биохимии. В 1972г. проф. Пол Лаутербур получил первое в мире двухмерное ЯМР-изображение двух стеклянных капилляров, заполненных жидкостью. На получение этого изображения ушло 4 ч 45 мин.

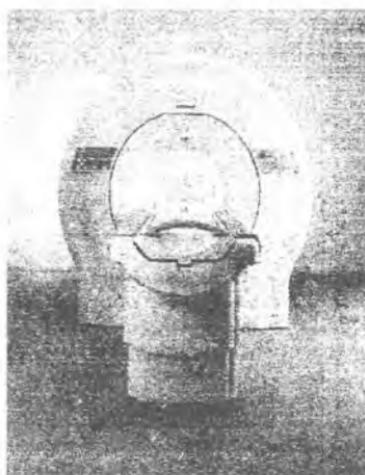
Магнитный резонанс — это физическое явление, основанное на свойствах некоторых атомных ядер при помещении их в магнитное поле поглощать энергию в радиочастотном (РЧ) диапазоне и излучать ее после прекращения воздействия РЧ-импульса. При этом напряженность постоянного магнитного поля и частота радиочастотного магнитного поля должны строго соответствовать друг другу, что и называется ядерным магнитным резонансом. Характер интенсивности сигнала в МРТ определяется в основном 4 параметрами: протонной плотностью (количеством протонов в исследуемой ткани), временем спин-решетчатой релаксации, временем спин-спиновой релаксации, движением или диффузией исследуемых структур. Для МРТ разработаны различные импульсные последовательности, которые, в зависимости от цели, определяют вклад того или иного параметра в интенсивность изображения исследуемых структур для получения оптимального контраста между нормальными и измененными тканями. Для создания магнитного резонанса необходимо постоянное, стабильное и однородное магнитное поле с величиной верхнего предела напряженности магнитного поля — 2...2,5 Тл, что требует использования сверхпроводящих магнитов.

Но подлинным началом использования МР-томографии следует считать работы R. Damadian, который в 1976 г. получил томограммы тела экспериментальных животных, а в 1977г. — первые томограммы внутренних органов человека. В течение нескольких лет исследовались в основном голова, шея и головной мозг, что было обусловлено техническими возможностями созданных типов клинических томографов — основным ограничением являлся диаметр катушки, который в то время не превышал 30—35 см.

В начале 80-х годов были созданы клинические образцы томографов для всего тела и начался их промышленный выпуск, что привело к лавинообразному потоку публикаций о возможностях исследования почек, надпочечников, печени, суставов, костно-мышечного аппарата и т.д. Интенсивно развивалась и сама методика исследования, включая создание все более совершенных компьютерных программ. Если для получения первых изображений требовались часы, то уже через несколько лет — десятки минут, а затем и минуты. В настоящее время в наиболее совершенных приборах имеется возможность получения изображения в реальном масштабе времени. Большая длительность исследования на первом этапе задерживала использование МР-томографии для исследования сердца и крупных сосудов. Только работами С. В. Higgins и соавт. и R. J. Herikens и соавт., выполненными в 1983—1985 гг., началось интенсивное исследование сердца и сосудов с использованием синхронизации изображения.



а



б

Рис. 35. МР-томограмма правого плечевого сустава: корональный срез 1-надостная мышца, 2-дельтовидная мышца, 3-головка плечевой кости, 4-акромиальный отросток лопатки, 5-суставная впадина лопатки (а), МР-томограф Picker Eclipse 1.5T (б)

1947г. Начало клинического использования метода электрической дефибрилляции сердца. К. Беку и А. Маутцу удалось спасти больного при помощи дефибрилляционного разряда.

1950г. Выделение анестезиологии в специальную научную дисциплину. Развитие аппаратных средств для анестезиологии, введение интратрахеального наркоза, использование мышечных релаксантов.

уравновешивался в мостовой измерительной схеме компенсационным током большой величины. поэтому для работы прибора мог быть использован один ламповый усилительный каскад (оксигемометр «О-57», выпускаемый с конца 50-х годов) (рис. 37).

Однако показания оксигемометров зависели от строения ушной раковины, нуждались в периодической калибровке и обладали большой инерцией установления показаний, что затрудняло их использование в медицине критических состояний.

1953г. Первое использование Дж. Эламом и М. Листоном прибора инфракрасной спектрометрии во время наркоза для определения концентрации CO_2 в выдыхаемой пациентом газовой смеси. Однако первые капнометры были громоздкими и неудобными, и их внедрение в клиническую практику произошло только в конце 70-х годов, когда появились малогабаритные источники ИК излучения и средства цифровой обработки сигналов – микропроцессоры, позволяющие добиться необходимой точности измерений.

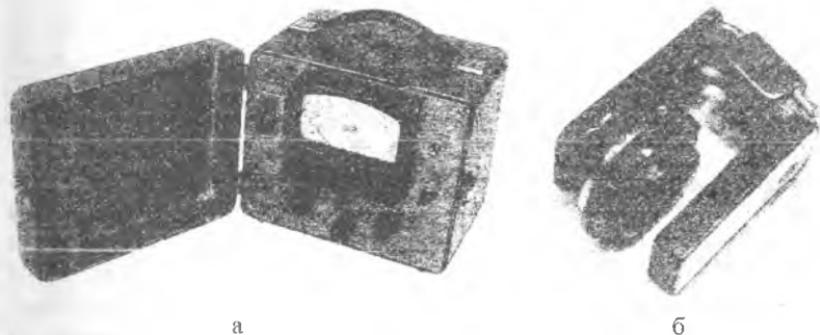


Рис. 37. Оксигемометр «О-57» (а), ушной датчик прибора (б)

Создание аппаратуры для электронаркоза, использующей импульсные токи низкой частоты (Г.С. Календаров, Н.М. Ливенцев) длительностью от 0,1 до 1 мс с частотой следования 100...3000 Гц, обеспечивающей выходной ток (на нагрузке 1 кОм) до 400 мА. Схемы были построены на мультивибраторах, в выходных каскадах использовались RC цепи формирования трапецеидальной, колоколообразной и др. форм стимула.

Разработка Бигелу методики гипотермии при проведении операций на сердце.

Разработка Гиббоном аппарата искусственного кровообращения. Кровь из двух полых вен отводилась в оксигенатор (искусственное легкое), а затем поступала к насосу (искусственный левый желудочек), который вместо сердца выталкивал оксигенированную кровь в аорту. С

помощью аппарата искусственного кровообращения оказалось возможным проводить многочасовые операции на открытом сердце, корректируя сложнейшие аномалии развития, меняя клапан и др. (рис.38).

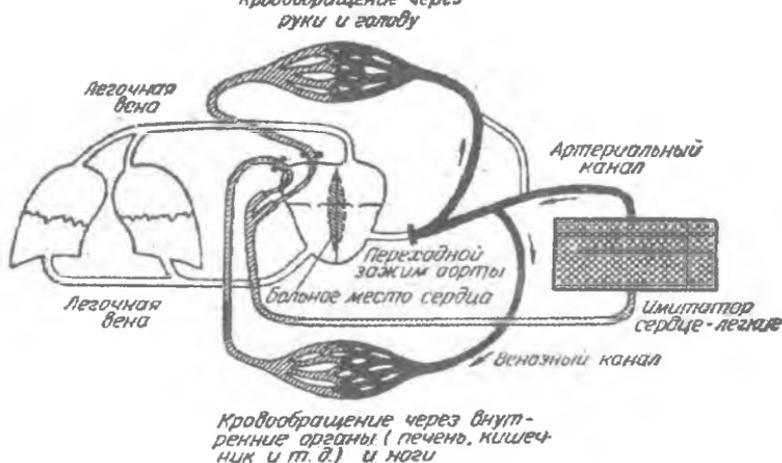


Рис.38. Схема подключения аппарата искусственного кровообращения

Для диагностики заболеваний внутренних органов впервые был применен ультразвуковой метод, разработанный в начале века российским ученым С.Я. Соколовым для дефектоскопии в технике и промышленности. Метод основан на ультразвуковой эхолокации неоднородностей, находящихся в зоне распространения ультразвуковых волн. Появились первые, относительно простые по устройству медицинские аппараты, работающие в одномерном режиме. Они позволили обнаруживать смещение срединных структур головного мозга при наличии гематомы или опухоли. С появлением в середине 50-х годов аппаратов, дающих двумерное ультразвуковое изображение внутренних органов, ультразвуковой метод начинает успешно применяться в нефрологии, гастроэнтерологии, гинекологии, офтальмологии, в диагностике опухолей молочной железы. В течение последующих 15-20 лет разрабатываются первые модели аппаратов быстрого сканирования, работающих в реальном масштабе времени, появляется эхокардиография, позволяющая получить изображения сердца и сосудов. Постепенно формируется модель современного ультразвукового диагностического аппарата, оснащенного большим количеством датчиков и компьютерной системой анализа.

Ценность метода с врачебной точки зрения может быть определена в первую очередь неинвазивностью, высокой информативностью, безвредностью для пациента и исследователя, а также относительной дешевизной диагностической аппаратуры (по сравнению с другой техникой для визуализации органов). В настоящее время в практике ультразвукового исследования используются приборы быстрого сканирования, которые позволяют оценивать движение органов и структур в реальном времени, тем самым уменьшаются временные затраты на исследование (рис. 39).

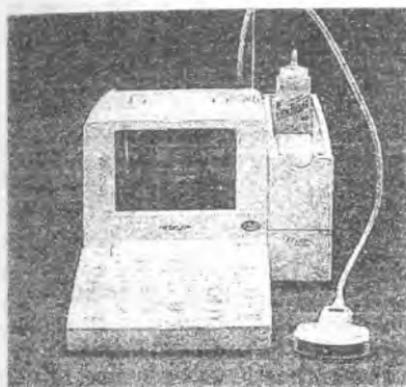


Рис. 39. Ультразвуковые сканеры

В приборах быстрого сканирования используются механические и электронные секторные датчики, электронные линейные и выпуклые датчики, механические радиальные датчики. Метод дает точную информацию о структурном и функциональном состоянии органов и тканей, характеризует потоки в сосудах. В основе этой способности лежит эффект Доплера, который заключается в изменении частоты принимаемого ультразвукового колебания при движении относительно источника или приемника звука среды, рассеивающей звук. Путем сопоставления исходной частоты ультразвука с измененной возможно определить доплеровский сдвиг. На этом основана доплеровская цветная визуализация движения крови по сосудам.

В области кардиологии благодаря уникальной возможности визуализации сердца стали доступными изучение анатомии и функции структур сердца, клапанного аппарата, определение внутрисердечных шунтов, что имеет важное значение в диагностике приобретенных и врожденных пороков сердца. Одним из достижений применения ультразвука при ИБС явился метод интракоронарного ультразвукового исследования. В клинике внутрисосудистое ультразвуковое исследование

внедряется в трех основных направлениях. Первое - это комбинация внутрисосудистого УЗИ с ангиографией, что является более информативным исследованием и позволяет точнее выбрать необходимый метод лечения. Внутрисосудистое УЗИ используется для контроля инвазивных вмешательств. Новое направление - это оценка состояния коронарных артерий у пациентов с пересаженным сердцем.

С внедрением ультразвука в исследование внутренних органов значительно улучшилась и стала проще диагностика опухолей, камней, кист различной локализации, сосудистых аномалий. Безвредность и доступность метода делают его особенно заманчивым в акушерстве и гинекологии при обследовании беременных для выявления патологии матери и будущего ребенка.

В настоящее время практически все ведущие страны мира занимаются производством ультразвуковой техники.

1.5 Становление основных направлений развития современной биомедицинской техники

1955г.. Появление первых исследований по превращению произвольных реакций человека в произвольные (А.П. Запорожец, М.И. Лисина). Авторы создали экспериментальный стенд-тренажер для выработки звуковой и оптической сигнализации при вазомоторных изменениях в периферических сосудах, с целью выработки способности произвольно вызывать сосудорасширяющие реакции.

Начало развития принципа биологической обратной связи (БОС), основанного на фундаментальных исследованиях в психофизиологии, в частности, на работах И.М. Сеченова о значении дополнительной сигнализации для формирования произвольных реакций. В конце 60-х годов в США и Канаде получают распространение приборы БОС для лечения головных болей и общей напряженности состояния путем обучения пациента уменьшению напряжения лобной мышцы. В приборах БОС усиленный ЭМС, регистрируемый от лобных мышц, преобразовывался в акустический сигнал, интенсивность которого увеличивалась пропорционально напряжению лобной мышцы.

1956г. Создание первого биоуправляемого протеза кисти руки (А.Е. Кобринский, Я.С. Якобсон, В.С. Гурфинкель и др.). Для управления движением кисти протеза был использован миографический сигнал, регистрируемый с помощью накожных электродов при сокращении одной из мышц культи. После усиления и интегрирования сигнал подавался на электромеханический привод, который заставлял кисть сжаться, при сокращении другой мышцы происходило раскрытие кисти. После обучения протез надежно работал при любом положении руки, с его помощью человек мог самостоятельно себя обслуживать (рис. 40).

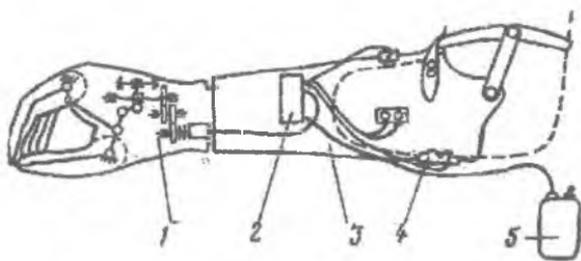


Рис. 40. Биоправляемый протез кисти руки

1957г. Появление приборов для автоматического измерения и записи артериального давления крови (А.А. Эман, А.Г. Крайцер и др.), в основу которых был положен автоматизированный метод Короткова.

1958г. Введение в клиническую практику Н. Холтером аппаратуры непрерывной магнитной записи ЭКГ в течение 24 часов с целью выявления эпизодов нарушения сердечного ритма. Монитор Холтера (рис. 41) первоначально представлял собой портативный кассетный магнитофон, записывающий ЭКГ в двух или трех отведениях. Записанные данные подвергались анализу с целью поиска фрагментов сердечных аритмий и других нарушений электрической активности сердца. Сопоставление результатов анализа фрагментов ЭКГ с отметчиком времени на ленте позволило повысить качество диагностики сердечных патологий, реализовать адекватные назначения лекарственных препаратов.

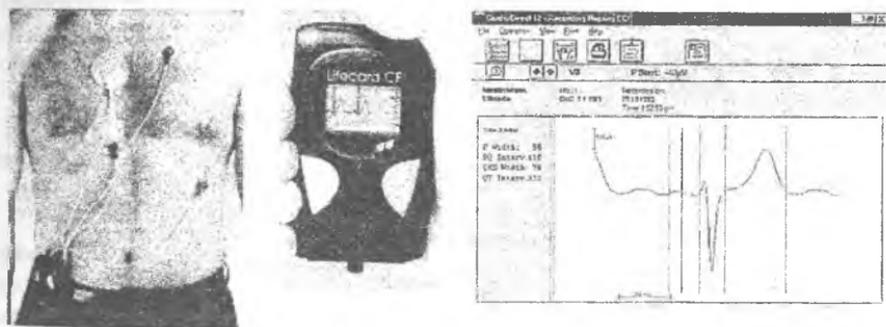


Рис. 41. Холтеровский монитор

В конце 60-х годов в связи с появлением средств вычислительной техники начали развиваться методы автоматизированного анализа записей ЭКГ на мониторе Холтера (нахождение аномальных фрагментов записи,

проведение синдромальной диагностики, основанной на принятой классификации нарушений сердечного ритма и характерных изменениях формы ЭКГ).

В 80-е годы в мониторах Холтера начинает использоваться цифровая техника. В носимом регистраторе после усиления электрокардиосигнал преобразуется с помощью аналого-цифрового преобразователя в код, записываемый в энергонезависимое запоминающее устройство. После записи ЭКГ данные в режиме быстрого ввода переносятся в ПЭВМ для анализа и отображения информации. Подобное построение монитора уменьшило габариты носимого регистратора при снижении потребления, увеличении времени непрерывной записи ЭКГ до 72 часов. Для расшифровки записи стали использоваться ПЭВМ с большим объемом памяти, возможностями создания баз данных, документирования и длительного хранения записей ЭКГ. В 90-е годы доступность Холтеровского мониторирования существенно возросла за счет снижения стоимости аппаратуры, широкого внедрения ПЭВМ в медицинскую практику.

Предложение Г. Немека использовать для создания низкочастотного стимулирующего воздействия т.н. интерференционные токи, образующиеся внутри тканей при взаимодействии двух высокочастотных токов, отличающихся между собой по частоте на величину частоты стимулирующего воздействия. Метод позволял сформировать значительные по интенсивности воздействия при чрескожной подаче тока, т.к. высокочастотные токи не вызывали раздражения нервных окончаний под электродами и не давали тепловых эффектов в зоне расположения электродов.

1960г. Выпуск аппаратов для дефибрилляции униполярным импульсом тока мощностью до 100 Дж. Длительность импульса, воздействующего на сердце, составляла единицы миллисекунд при токе до десятков ампер (напряжение достигало единиц киловольт).

Внедрение в кардиохирургию протезов клапанов сердца (рис. 42). Конструкции К. Хурнагеля, Д. Харкена, А. Старра для аортальной и митральной позиции имели шариковый запирающий элемент, заключенный в металлический каркас.

Применение в рентгеновской технике электронно-оптических усилителей (ЭОУ), позволивших получить уменьшенное рентгеновское изображение с яркостью, усиленной в несколько тысяч раз. Использование ЭОУ позволяет преобразовать изображение в телевизионный сигнал с последующим предоставлением диагностической информации на экране телевизионного монитора. Впоследствии телевизионный сигнал был использован для ввода информации в ЭВМ с целью обработки изображения, что существенно повысило эффективность рентгеновской диагностики.

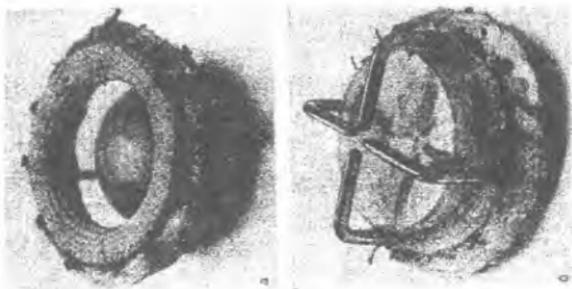


Рис. 42. Протезы клапанов сердца

ЭОУ содержит фотокатод сферической формы, покрытый слоем люминофора. На фотокатод фокусируется рентгеновское изображение, которое преобразуется в световое, вызывающее эмиссию электронов фотокатода в вакуум. Количество электронов, вылетающих из различных участков фотокатода, определяется яркостью светового изображения, что и обуславливает получение электронного изображения на приемном экране, покрытом люминофором и расположенном внутри анода. Путем фокусировки электронного пучка с помощью цилиндрических электродов появляется возможность изменения масштаба изображения (рис. 43,а). В рентгенотелевизионных системах приемный экран сочленяют с приемной телевизионной трубкой - видиконом или суперортиконом, которая преобразует изображение в телевизионный сигнал (рис. 43,б).

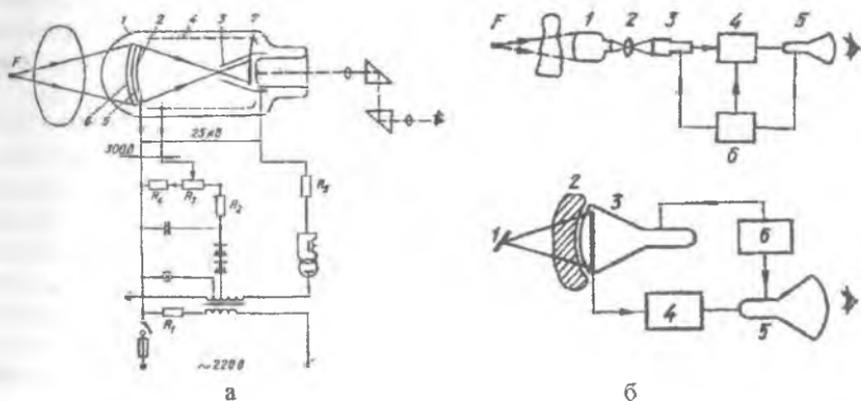


Рис. 43. Схема включения электронно-оптического усилителя (а), структура рентгенотелевизионных систем (б)

Позднее (1975г.) были разработаны видиконы, чувствительные к рентгеновскому излучению, с рабочей поверхностью, обеспечивающей до 700 строк изображения. Телевизионные устройства позволили

осуществить обработку изображения на уровне телевизионного сигнала (повышение яркости, контрастности, устранения помех и др.), что дало возможность снизить дозу облучения за счет автоматической настройки изображения.

1961-65 г. Интенсивное развитие разработки аппаратуры физиологического контроля для авиакосмической медицины.

Увеличение скорости и высоты полета самолетов, а также освоение космического пространства потребовали изучения состояния человека в экстремальных условиях жизнедеятельности. Для этой цели создавалась аппаратура контроля физиологических параметров сердечно-сосудистой системы, системы внешнего дыхания, психоэмоциональных реакций человека. Была разработана аппаратура для контроля в условиях моделирования факторов полета при отборе и подготовке летчиков и космонавтов, а также бортовые комплексы, сопряженные с системами радиотелеметрии для передачи данных на Землю.

Создание Ленинградским ОКБ биологической и медицинской кибернетики (впоследствии Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт биотехнических систем) для гидролаборатории Российского государственного научно-исследовательского центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина комплекса для осуществления непрерывного контроля за организмом космонавта в условиях гидроневесомости «Шверт-2» (рис. 44), который позволил подготовить экипажи более двадцати космических кораблей с космонавтами из 17 иностранных государств.

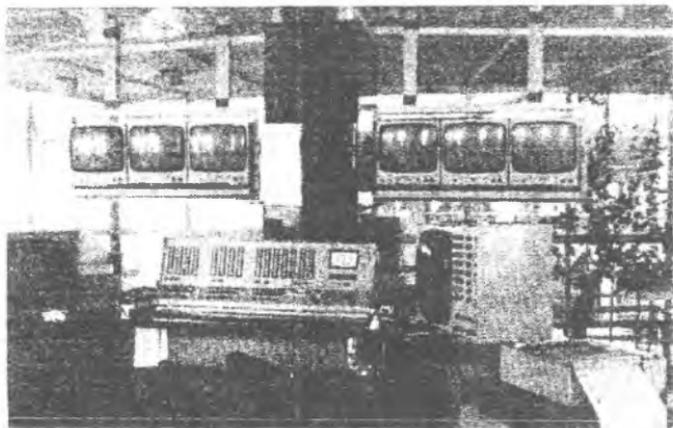


Рис. 44. Пульт управления комплексом «Шверт-2»

На натурной модели космического корабля (или комплекса), погруженного в воду, отрабатывались конкретные задачи по ремонту

оборудования, монтажу солнечных батарей и т.п. При этом оптимизировались движения космонавтов. Полученные в процессе тренировок в гидросреде циклограммы деятельности практически совпадают с процессом работы в открытом космосе (она отличалась от реальной не более чем на 7-10 минут), что подтверждает высокую степень корректности методик моделирования.

На смену комплекса «Шверт-2» был разработан и введен в действие телеметрический информационно-измерительный комплекс «Нимфа». Этот комплекс позволял производить измерение, обработку на ПЭВМ, отображение на дисплее и регистрацию следующих показателей: в режиме №1 – частоту сердечных сокращений, частоту дыхания, температуру заушную, электрокардиограмму (ЭКГ) с получением амплитудно-временных показателей, ее элементов, а также технические показатели систем скафандра: температуру воздуха, расходы воды и воздуха, процентное содержание кислорода и углекислого газа в газовой смеси, абсолютное давление воздуха в скафандре, избыточное давление воздуха в скафандре. Кроме того, вычисляются показатели энергозатрат: энергозатраты текущие, теплосъем текущий, тепловой дискомфорт текущий, теплосъем суммарный, тепловой дискомфорт суммарный. В режиме №2 дополнительно вычисляется (по ЭКГ) показатель напряженности состояния организма космонавта, который характеризует адекватность комплексной нагрузки (физической и психоэмоциональной) текущему психофизиологическому состоянию организма космонавта. Этот показатель отражает наличие или отсутствие в организме космонавта резервной рассеянной энергии, способной поддерживать согласованное функционирование априори связанных между собой физиологических систем.

Портативный прибор для авиационной медицины для регистрации ЭКГ, частоты дыхания и кожно-гальванической реакции содержал усилитель биопотенциалов на транзисторах с дифференциальным входным каскадом и мостовой измеритель периметра грудной клетки (рис.45). Шумы усилителя ЭКГ не превышали 30 мкВ при полосе усиления 0,2 ...150 Гц, коэффициент передачи составлял 0,7 мА/ мВ (выход усилителя подключался к вибратору магнитоэлектрического осциллографа-регистратора, широко распространенного в авиационной аппаратуре) и ведущего запись на фотоленку. Схема усилителя обеспечивала подавление синфазной помехи более 60дБ.

Для измерения частоты дыхания использовался реостатный датчик, включенный в одно из плеч измерительного моста. Датчик представлял собой ленту из проводящей резины, охватывающую грудную клетку, сопротивление которой изменялось при вдохе и выдохе.

В основу работы измерителя КГР положен мостовой метод определения электрокожного сопротивления постоянному току с усилением напряжения разбаланса моста на переменном токе (рис.46). Для этого был использован балансный модулятор, переменное напряжение с выхода которого, пропорциональное изменению сопротивления кожи, поступало на вход транзисторного усилителя и, далее, после детектирования, на регистратор. Питание прибора осуществлялось от аккумулятора или борт сети (27В), масса составляла около 170г.

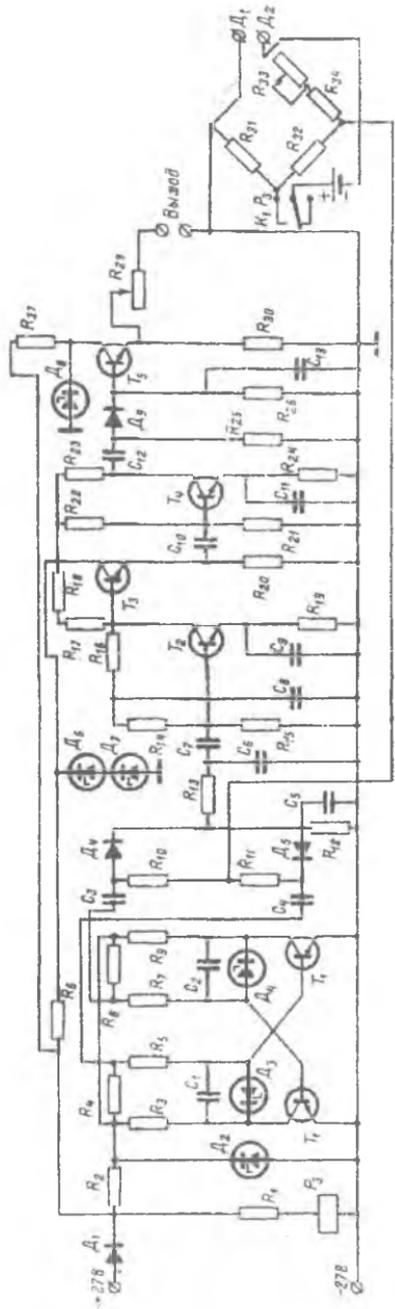
1962г. Начало медико-технического образования в России. Организация в Ленинградском электротехническом институте подготовки специалистов в области биомедицинской электроники.

Создание первых отделений интенсивной терапии для кардиологических больных, с непрерывным ЭКГ наблюдением позволило снизить в 2 раза процент смертельных исходов при острых инфарктах миокарда.

Разработка метода электростимуляции остеорепарации в травматологии и ортопедии (рис.47). Использовался постоянный и импульсный (порядка единиц и десятков герц) ток амплитудой не более десятков микроампер при использовании имплантированных в костную ткань электродов. Расположение электродов обеспечивало прохождение стимулирующего тока через зону остеосинтеза. Для долговременной стимуляции используют индукционную подачу стимулов на имплантируемый приемный контур, соединенный с электродами.

1963г. Использование М.И. Кузиным, Н.М. Ливенцевым интерференционных токов для электронаркоза (рис. 48,а), создание К.А. Ивановым-Муромским установки для электронаркоза интерференционными токами «Шторм».

1965г. Разработка системы биоуправляемой мышечной электростимуляции (рис. 48,б, 49) (Л. Алеев, С. Бунич, Институт кибернетики АН УССР). Идея метода заключалась в формировании дозированного возбуждения мышц человека-реципиента в соответствии с электромиографическим сигналом, снимаемым с мышц другого человека-донора. Созданный прибор «Миотон» осуществлял управление рядом движений верхних и нижних конечностей, торса и головы человека, что позволяло осуществить эффективное лечение некоторых форм двигательных расстройств. Канал стимуляции прибора включал усилитель электромиографического сигнала (ЭМС), регистрируемого с помощью поверхностных электродов. Далее ЭМС усиливался и модулировал по амплитуде несущее колебание стимуляции (синусоидальный ток с частотой около 5 кГц). После усиления по мощности воздействие с помощью поверхностных накожных электродов



прикладывалось к мышцам реципиента. Для повышения эффективности лечения, а также проведения диагностики собственной биоэлектрической активности мышц в систему вводилась обратная связь. В паузах между стимулами осуществлялась регистрация ЭМС реципиента, который сравнивается с уровнем ЭМС донора, что позволяло установить режим воздействия, усиливающий лечебный эффект. ЭМС донора можно было записать на магнитофон и воспроизводить в последующих сеансах лечения.

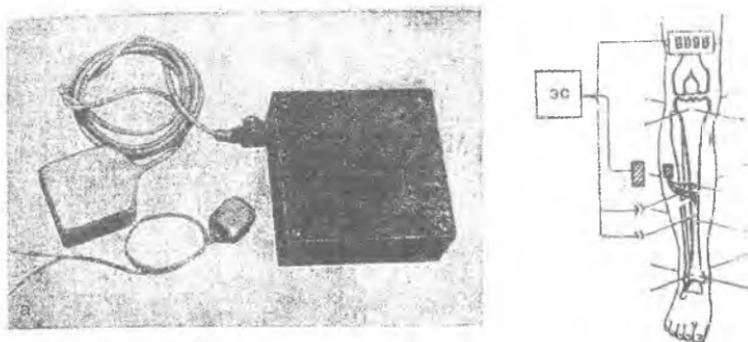


Рис. 47. Электростимулятор для остеорепарации в травматологии и ортопедии

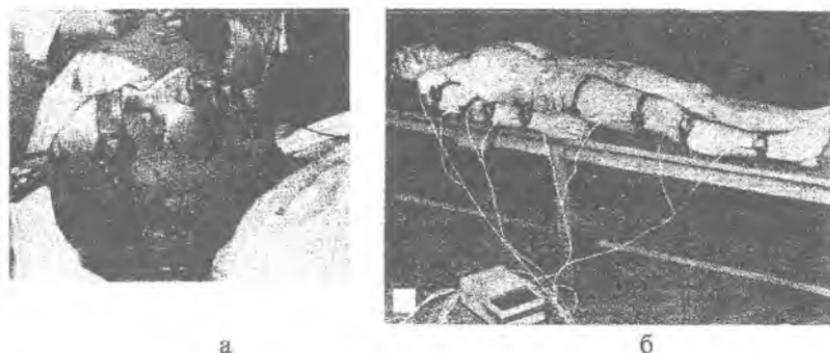


Рис. 48. Наложение электродов для электронаркоза (Кузин М.И., 1965г.) (а). многоканальная мышечная электростимуляция (б)

Разработка метода оценки состояния человека в космической медицине путем анализа variability сердечного ритма при длительном мониторинговании (Баевский Р.М., Парин В.В. и др). Были разработаны диагностические показатели, получаемые в результате определения статистических оценок динамического ряда кардиоинтервалов (R-R-интервалов электрокардиосигнала), по которым удавалось судить об адаптации организма к условиям космического полета. Предложенная шкала оценок, которая была ориентирована на

определение степени адаптации организма к действию нагрузок, была впоследствии расширена для использования в анестезиологии, реаниматологии для оценки тяжести состояния пациентов, в спортивной медицине для планирования тренировочного процесса и др. областях медицины (Клецкин С.З., Жимаитите Д.И., Кириллов В.И. и др.).

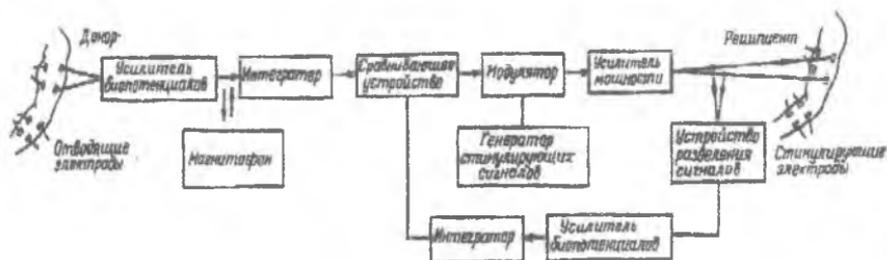


Рис. 49. Система биоуправляемой мышечной электростимуляции

Первым отечественным прибором, получившим разрешение Минздрава для использования в практике анестезиологии и реаниматологии, реализующим методику вариационного анализа ритма сердца, стал прибор для оценки напряженности организма при операционном и послеоперационном обезболивании «ЭЛОН-001» (Куйбышевский авиационный институт, 1988г). Прибор обеспечивал непрерывную регистрацию электрокардиосигнала в одном стандартном отведении и анализ сердечного ритма в реальном масштабе времени. Обеспечивалось графическое отображение гистограммы распределения кардиоинтервалов, вычисление и индикация значения ЧСС, числовых показателей, отражающих активность регуляции в вегетативной нервной системе человека (рис.50).



Рис. 50. Ритмокардиомонитор «ЭЛОН-001»

Врач, наблюдая на дисплее прибора изменение показателей ритма сердца, получает информацию, характеризующую процессы управления основными жизненными функциями, использование которой позволяет

вести оперативный контроль состояния организма в критических состояниях.

Позднее (1995) программное обеспечение прибора «ЭЛОН-001» было расширено с целью определения показателей, характеризующих активность симпатического и парасимпатического звена вегетативной нервной системы, вычисления трендов показателей за длительное время (до 4-х часов), вывода на экран графического дисплея ЭКГ. В данном виде прибор выпускается в настоящее время; он имеет выход для подключения принтера, соединения с ПЭВМ в случае его использования для проведения исследований.

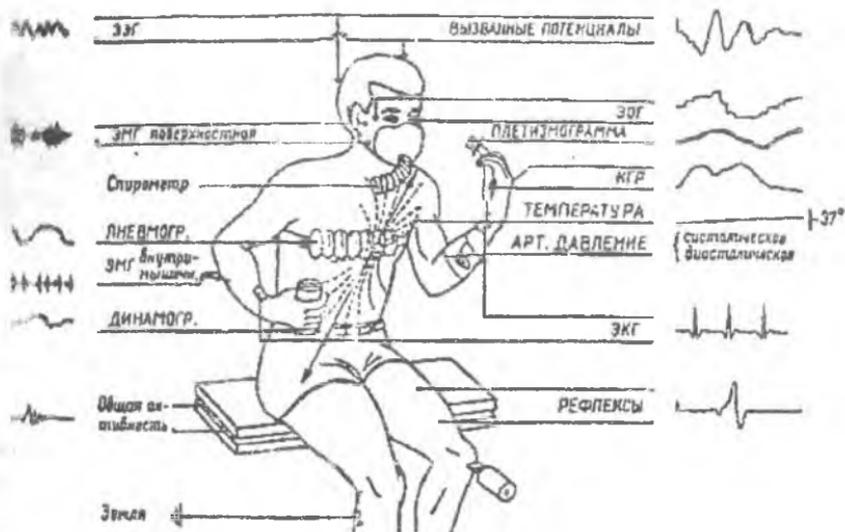


Рис. 51. Методы психофизических исследований

1967г. Появление приборов измерения артериального давления крови на основе автоматизированного метода Короткова с частотной селекцией акустических сигналов сосудистых тонов с целью повышения точности определения диастолического значения давления (фирма Nihon Kohden, Япония, позднее прибор ИАД-1, серийно выпускавшийся в СССР в 80-х годах). В подобных приборах под манжеткой располагался пьезоэлектрический датчик пульсаций (тонов Короткова), сигнал которого анализировался узкополосным фильтром. Приглушение тонов, соответствующих точному значению диастолического давления, проявлялось в сдвиге акустического спектра тонов в область более низких частот, что фиксировалось фильтром. Однако прибор оказался

чувствительным к изменению положения датчика относительно лучевой артерии, что вызывало неудобства.

Развитие микропроцессорных средств обработки сигналов артериального давления в 80-х годах показало, что осциллометрический метод определения АД является наиболее эффективным для использования в измерительных приборах и мониторинг аппаратуре.

1970г. Серийный выпуск имплантируемых кардиостимуляторов.

Имплантируемый асинхронный электрокардиостимулятор ЭКС-4 предназначался для лечения стойкой атриовентрикулярной блокады сердца (рис. 52).

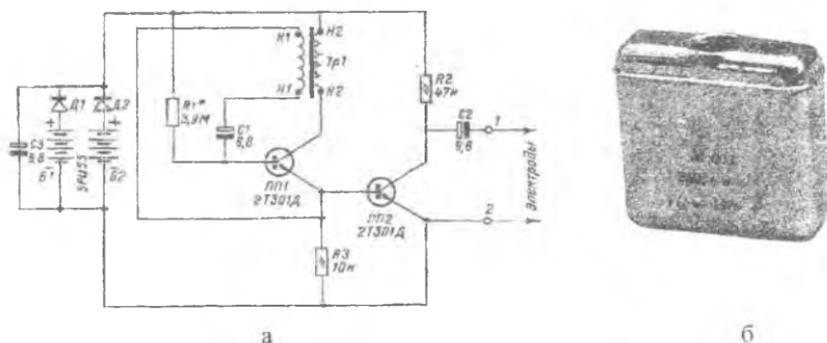


Рис. 52. Схема имплантируемого электрокардиостимулятора ЭКС-4 (а). внешний вид (б)

Основные технические данные прибора: амплитуда прямоугольного импульса 4,5 В (при сопротивлении нагрузки 510 Ом), длительность импульса 1,2 мс (при длительности фронта не более 0,1 мс, среза – не более 0,2 мс), относительная неравномерность вершины – не более 40%, частота следования импульсов 60-70 имп./мин, масса не более 155г. Источник питания (две ртутно-цинковые батареи) и детали стимулятора помещены в корпус из нержавеющей стали. Корпус стимулятора является анодом и с ним соединен минус источника питания. Эндокардиальный или миокардиальный электрод является катодом и подключается к стимулятору с помощью байонетного разъема.

Начало разработки полностью имплантируемых систем для дефибрилляции сердца. Применение эндокардиального внутрижелудочкового электрода и пассивного подкожного электрода позволило снижать мощность импульса до 30 Дж со 100% эффективной дефибрилляцией. К 1987г. во всем мире насчитывалось более 2000 больных, которым был имплантирован автоматический дефибриллятор (рис.53).

Разработка программируемых кардиостимуляторов, отдельные параметры которых можно было изменять неинвазивно после

имплантации. В мультипрограммируемых кардиостимуляторах можно изменять практически все функциональные параметры: частоту стимулов, амплитуду, длительность, чувствительность анализируемой схемы и др. Программирование параметров осуществляется дистанционно по радиоканалу, защищенному от воздействия помех.

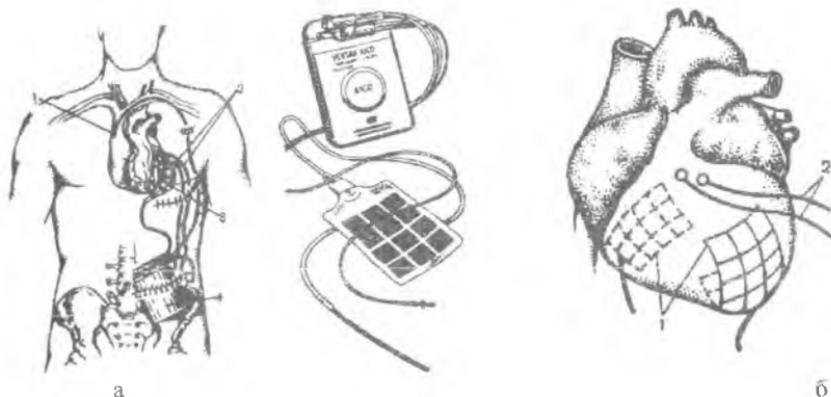


Рис. 53. Имплантируемый дефибриллятор (а), схема подключения электродов (б)

1973г. Изобретение Накаяма и др. (Япония) пульсоксиметра – быстродействующего прибора определения сатурации артериальной крови кислородом. Этот прибор вскоре был признан как обязательное средство обеспечения безопасности пациента при проведении анестезии и лечения критических состояний.

Датчик пульсоксиметра, просвечивающий чаще всего ногтевую фалангу пальца руки, содержит два светоизлучающих диода, работающих в области 910 нм (инфракрасный) и 660нм (красный свет) и широкополосный полупроводниковый фотоприемник. Высокое усиление сигнала датчика, реализованное в приборе, позволяет выделить пульсирующую компоненту света, определяемую артериальной пульсацией. Микропроцессорное устройство пульсоксиметра вычисляет отношение сигналов красного и инфракрасного каналов только на высоте артериальной пульсации, компенсируя все остальные составляющие абсорбции света. Такое построение прибора позволило добиться точности определения сатурации на уровне единиц процентов при быстродействии в оценке сатурации порядка десятков секунд. В 1980-е годы объем производства пульсоксиметров достигнул десятки тыс. ед. в год, а в 90-е годы приборы вошли в рутинную практику большинства развитых стран.

Пульсоксиметр «ЭЛОКС» (Куйбышевский авиационный институт, **1993г.**) явился одним из первых отечественных приборов, отвечающих международному стандарту пульсоксиметрии. Прибор обеспечивает

непрерывное определение и цифровую индикацию значения степени насыщения гемоглобина кислородом (SpO_2) и значения частоты сердечных сокращений (ЧСС) на цифровом дисплее, тревожную сигнализацию при выходе указанных показателей за установленные пределы (рис. 54).



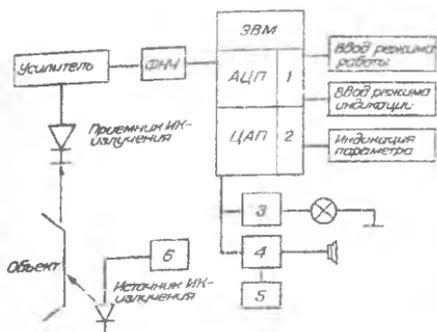
Рис. 54. Пульсоксиметр «ЭЛОКС» (а), пальцевой датчик (б)

На графическом дисплее прибора отображается фотоплетизмограмма периферического пульса в месте закрепления датчика и тренды SpO_2 и ЧСС. Прибор позволяет подключать принтер для печати трендов, а также фотоплетизмограммы..

Начало широкого применения в терапевтических целях биологической обратной связи (БОС). С помощью аппаратных средств, регистрирующих физиологические параметры и представляющих их уровни в виде, например, визуализации, пациент получал информацию о текущей динамике состояния систем, в которых был необходим произвольный контроль для редукции определенных симптомов заболевания. Первый обзор клинического применения БОС дал Л. Бирк (1973). Была показана эффективность управления амплитудно-частотными параметрами ЭЭГ, ЭМГ, температурой кожи, ЧСС, уровнем АД, функциями ЖКТ и др.

Метод БОС - терапии включает непрерывный мониторинг исследуемых физиологических процессов, предоставления пациенту сенсорной ОС по величине проявления регулируемой физиологической функции в реальном времени и инструкции, мотивирующей поведение пациента.

В качестве примера на рис.55 приведена блок-схема методики коррекции больных с синдромом тревожного состояния, включающая регистрацию дыхательных движений грудной клетки с помощью фиксации отраженного от поверхности тела ИК-излучения. Выделение параметров дыхания осуществляется с помощью микроЭВМ, формирование цепи БОС ведется по двум сенсорным модальностям: слуховой - интенсивности звука и зрительной - яркости свечения индикатора. Инструкция для пациента сводится к произвольному уменьшению интенсивности сигналов в цепи БОС.



а

б

Рис.55. Схема метода БОС, включающего регистрацию дыхательных движений грудной клетки пациента (а), наложение электродов при лечении болей кисти с помощью аппаратуры периферической чрескожной электростимуляции (б)

После проведения 10-15 сеансов БОС у группы больных происходит улучшение состояния с достоверной редукцией тревожности.

1975г. Совершенствование аппаратуры для кардиологии за счет использования транзисторной элементной базы. Создание семейства отечественных электрокардиографов с тепловой записью.

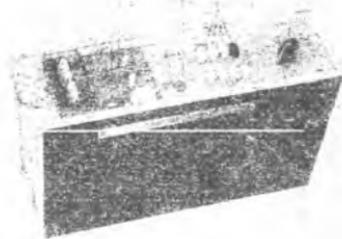


Рис. 56. Внешний вид электрокардиографа ЭКГ «Малыш»

Одноканальный электрокардиограф ЭКГ «Малыш» предназначен для использования в условиях скорой и неотложной медицинской помощи. Транзисторная схема обеспечила малые габариты и массу прибора (3,8 кг).

Входной дифференциальный каскад собран на полевой сборке, содержащей два транзистора, выполненные на одной подложке. После нескольких каскадов усиление сигнала с мостового выходного каскада поступает на «гальванометр» - электромагнитный преобразователь устройства тепловой записи, отклонение теплового пера которого пропорционально току выходного каскада.

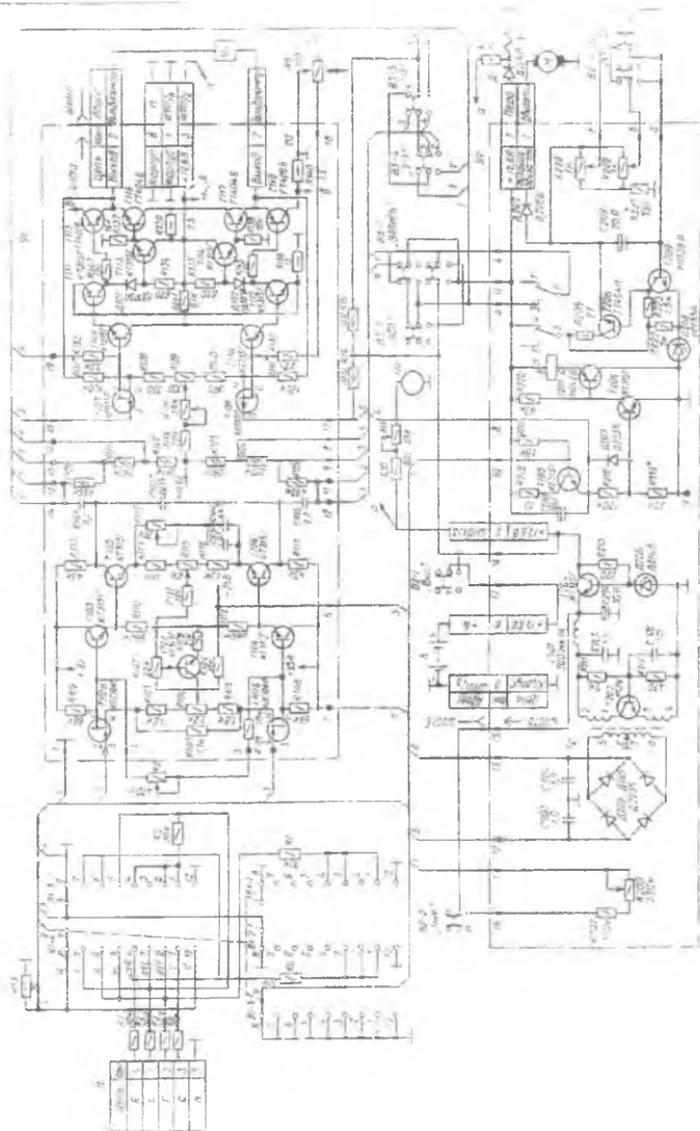


Рис. 57. Схема электрокардиографа ЭКГ "Малыш"

Создание первых кардиостимуляторов, способных автоматически менять частоту стимулирующих импульсов в ответ на уровень физической активности человека. В дальнейших разработках (80-е годы) в качестве прямого индикатора нагрузки использовались: температура крови в правом желудочке, уровень механических сотрясений тела при движениях больного, частота дыхания. Наибольшее распространение получил способ автоматического изменения частоты стимулирующих импульсов с использованием в качестве датчика миниатюрного акселерометра.

Организация в СССР специализированной кардиологической службы с сетью кардиодиспансеров, оснащенных современной мониторной и диагностической техникой.

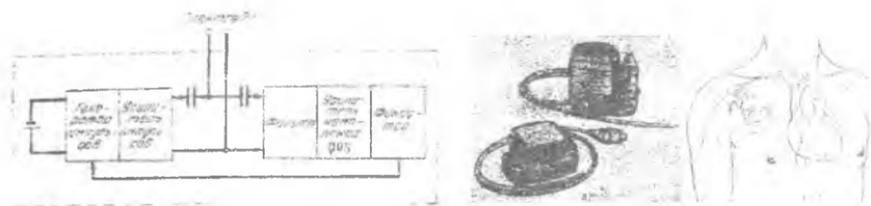


Рис. 58. Структурная схема, внешний вид и подключение биоуправляемого электрокардиостимулятора

Развитие методик и аппаратуры для электростимуляции органов и тканей. Разработка аппаратуры периферической чрезкожной электростимуляции для лечения широкого круга болевых синдромов в хирургии, неврологии, травматологии и акушерстве. Метод основан на электрическом раздражении с помощью накожных электродов сенсорных афферентов, иннервирующих зону болевого раздражения. Параметры электростимуляции выбирались с таким расчетом, чтобы происходила избирательная активация толстых низкочастотных волокон и не затронутыми оставались ноцицепторы и полимодальные терминалы тонких волокон.

Первый отечественный аппарат «Дельта-101» был создан во ВНИИМП (1977) в виде батарейной носимой конструкции. Выпуск стационарного противоболевого электростимулятора «ЭЛИМАН-101» (Куйбышевский авиационный институт) (1979) положил начало функционально полной серии аппаратов, включающей различные конструкции, выпускавшиеся серийно в 80-е годы. Для достижения избирательного воздействия электростимуляции была выбрана форма тока в виде пачек коротких прямоугольных импульсов при длительности пачек 100...300 мкс, длительности импульсов заполнения 10 мкс,

следующих со скважностью равной 2; частота следования пачек выбиралось 100...250 Гц при амплитуде тока 0...50 мА.

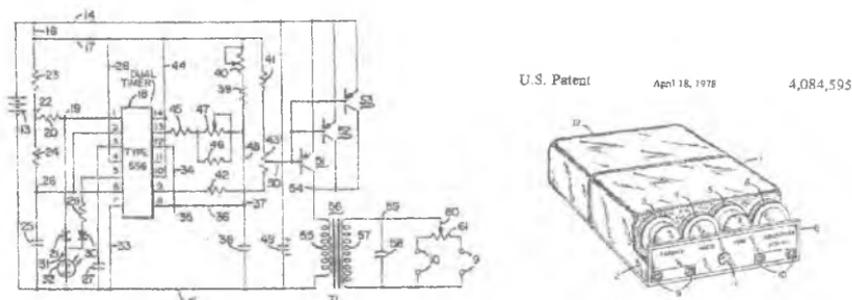


Рис. 59. Принципиальная схема, внешний вид батарейного противоболевого электростимулятора

Биорегулируемый электростимулятор «ЭЛИМАН 401» (рис. 60), обладающий высокой эффективностью лечения болей, выпускается до настоящего времени (ИМЦ «Новые приборы», Самара). Аппаратура «ЭЛИМАН» оказалась достаточно эффективной в послеоперационном обезболивании. По субъективным ощущениям пациентов удалось снизить потребность в наркотических анальгетиках в среднем в 7 раз, а в отдельных случаях полностью их отменить, что способствовало снижению послеоперационных осложнений.



Рис. 60. Биорегулируемый противоболевой электростимулятор «ЭЛИМАН 401»

Высокая эффективность была достигнута при применении аппаратуры в акушерстве для обезбоживания родов, в неврологии при лечении вертеброгенных болей.

Развитие новых методов физиотерапии.

«Полюс-1» — первый отечественный серийный аппарат для низкочастотной магнитотерапии (рис.61). Индукторы (электромагниты)

аппарата формируют у полюсов максимальную магнитную индукцию 30...35 мТл. Кроме метаболического, противовоспалительного и болеутоляющего действия, переменное магнитное поле способствует заживлению ран, эпителизации язвенных поверхностей, лечению кожных заболеваний.

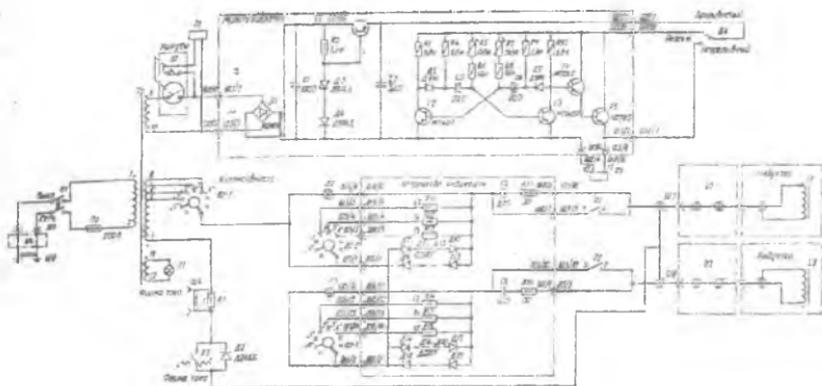


Рис. 61. «Полюс-1» - первый отечественный серийный аппарат для низкочастотной магнитотерапии

Совершенствуется УВЧ-терапия (рис. 62), представляющая собой воздействие на ткани тела пациента электрическим полем высокой частоты (в отечественных приборах - 40,68 МГц).

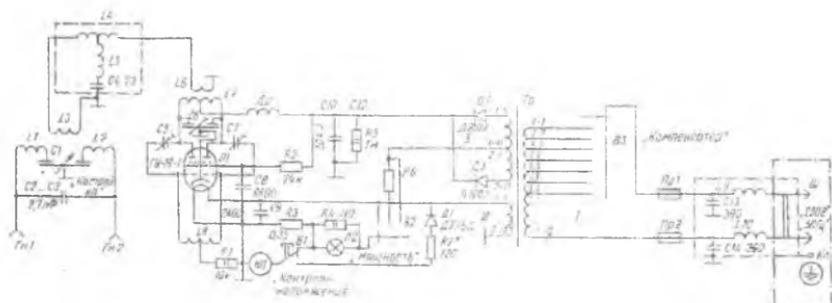


Рис. 62. Схема аппарата для УВЧ-терапии УВЧ-30

Выходная мощность аппаратов составляет от 30 до 300 Вт. Кроме теплового действия УВЧ оказывает «специфическое» действие, с которым связывают ряд возникающих лечебных эффектов. При УВЧ терапии используются конденсаторные электроды, представляющие собой металлическую пластину, покрытую слоем диэлектрика. Участок тела пациента помещается между двумя электродами и находится в поле

конденсатора, входящего в состав выходного каскада высокочастотного генератора аппарата.

Получает широкое распространение лечебное воздействие электромагнитными колебаниями в диапазонах дециметровых и сантиметровых волн.

1979г. Присуждение Нобелевской премии А. Кормаку и Г. Хаунсфилду за разработку метода осевой рентгеновской компьютерной томографии.

Суть метода заключается в круговом послойном просвечивании и последующем построении послойного изображения объекта с помощью быстродействующей ЭВМ. Это дает возможность получить изображение, которое позволяет установить локализацию и распространенность патологического процесса, оценить результаты лечения, в том числе лучевой терапии, выбрать подходы и объем оперативного вмешательства.

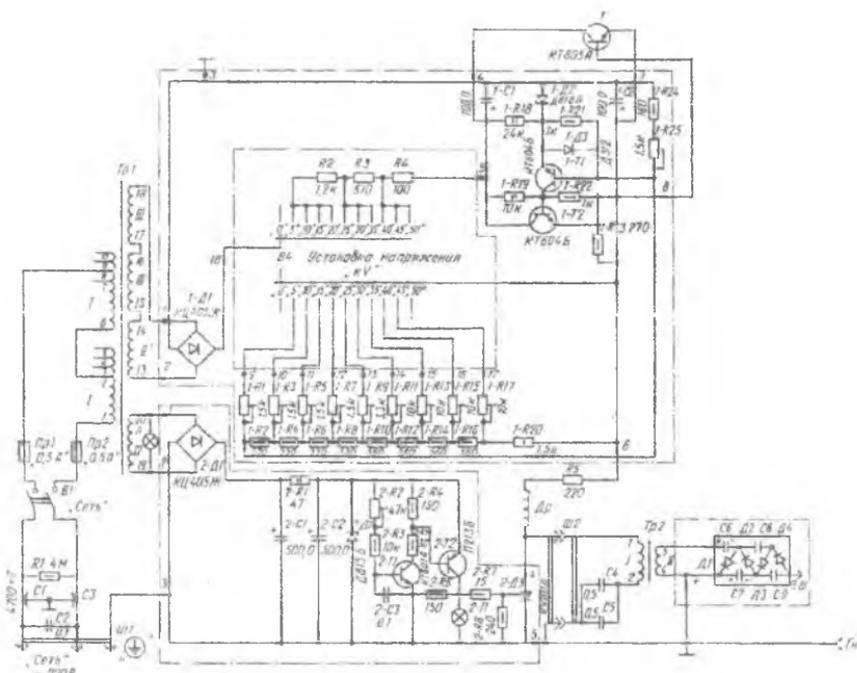


Рис. 63. Схема аппарата для франклинизации АФ-3-1

В компьютерном томографе вращающаяся рентгеновская трубка перемещается вокруг неподвижного объекта, "построчно" обследуя все тело или его часть. Так как органы и ткани человека поглощают рентгеновское излучение в неравной степени, изображение их

«выглядит» в виде отсчетов установленного ЭВМ коэффициента поглощения для каждой точки сканируемого слоя. Компьютерные томографы позволяют выделить слои от 2 до 10 мм при скорости сканирования одного слоя 2-5 секунд, с моментальным воспроизведением изображения в черно-белом или цветном варианте.

Компьютерное исследование осуществляют, как правило, в положении больного лежа на спине. Противопоказаний нет, переносится оно легко, поэтому его можно проводить в амбулаторных условиях, а также тяжелобольным. Дает возможность исследовать все части тела: голову, шею, органы грудной клетки, брюшную полость, спинной мозг, молочные железы, позвоночник, кости и суставы.

Внедрение в 1989 году в медицинскую практику новой методики КТ – спиральной томографии явилось крупнейшим достижением и открыло принципиально новые возможности в диагностике целого ряда патологических состояний (рис. 64).



Рис. 64. КТ-изображения, полученные на спиральном рентгеновском томографе

В обычной КТ однократное сканирование дает изображение одного слоя, соответственно, цикл сканирования повторяется после очередного перемещения стола столько раз, сколько послойных изображений нужно получить. В спиральной томографии осуществляется непрерывное движение трубки вокруг исследуемой зоны при параллельном равномерном продвижении стола с пациентом в продольном направлении. Траектория движения рентгеновской трубки к продольной оси исследуемого объекта приобретает форму спирали. Быстрая ротация излучающей трубки в спиральных томографах, отсутствие интервалов между циклами излучения для продвижения стола в следующую позицию значительно сокращают время исследования. Это приводит к повышению пропускной способности кабинета, облегчает исследование больных, которые не могут длительно задерживать дыхание, долго находиться в аппарате (травматические, больные дети, пациенты в тяжелом состоянии).

Высокая скорость сканирования позволяет получать значительно более четкие изображения с меньшими артефактами от физиологических движений. Новая технология улучшила также качество изображений движущихся органов грудной клетки, брюшной полости.

1981г. Создание первых образцов экстракорпоральных литотрипторов (фирма Dornier, Германия) - аппаратов для разрушения конкрементов (камней) в организме человека (в почках, мочевом пузыре, мочеточнике и желчном пузыре) с помощью ударной звуковой волны, формируемой вне тела человека и подводимой к организму через водную среду, контактирующую с телом (рис. 65, 66).

Исследования, проведенные в конце 70-х годов, показали, что прохождение ударного акустического импульса малой длительности (порядка единиц микросекунд) с интенсивностью, достаточной для разрушения конкрементов, не приводит к поражению мягких тканей, расположенных на пути распространения колебаний.



Рис. 65. Экстракорпоральный литотриптор

В литотрипторах используется сфокусированное ударное воздействие, обеспечивающее максимальную интенсивность ударной звуковой волны на конкременте (рис. 67,а). Для этой цели используются фокусирующие рефлекторы, например в виде полуэллипсоида вращения, в фокусе которого располагается источник ударной волны. Наиболее распространен метод формирования ударной волны с помощью высоковольтного электрического разряда в воде.

Для точного наведения сфокусированной волны на конкремент в состав аппаратуры входят система наблюдения (визуализации) внутренних органов и средства управления фокусировкой. Для этой цели

используется рентгеновская и ультразвуковая техника получения изображений внутренних органов (рис. 67,б). Момент генерации ударной волны синхронизируется с электрокардосигналом (относительно R-зубца) и с фазой дыхания, чтобы предотвратить расфокусировку при движении конкремента.

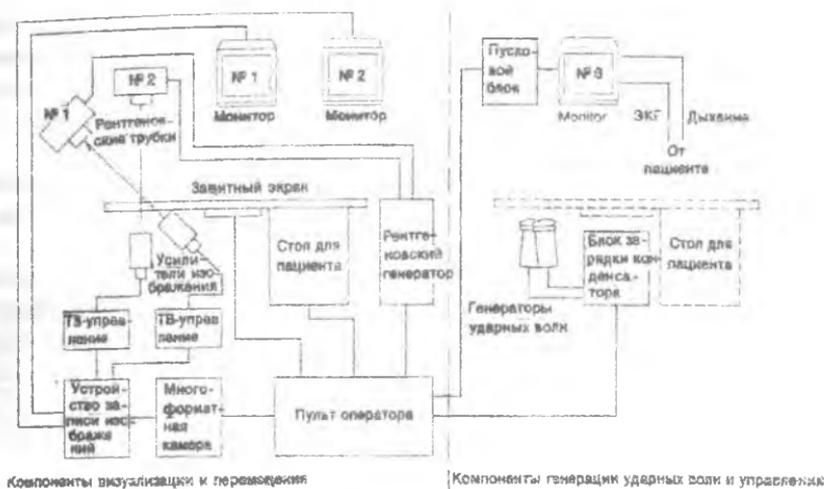


Рис. 66. Структура литотриптора

К концу 80-х годов литотрипторы получили большое распространение как неминвазивный метод лечения почечно- и мочекаменной болезни; число вылеченных пациентов во всем мире составило около 500 тыс.чел. (1988г.).

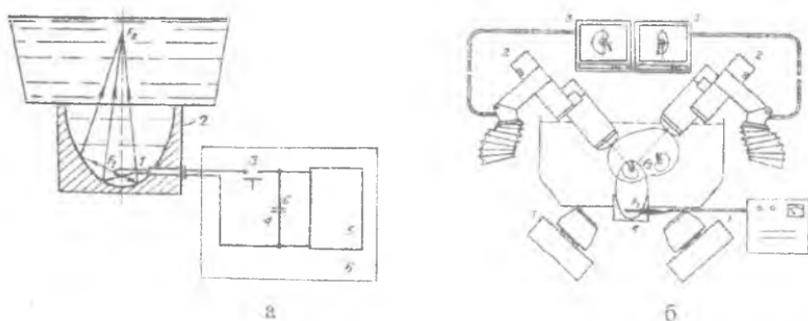


Рис. 67. Схема фокусировки ударной волны в литотрипторе (а), рентгеновское наведение ударной волны на объект воздействия (б)

Внедрение в широкую клиническую практику капнометров – приборов измеряющих концентрацию CO_2 в выдыхаемом воздухе. Градуировка показаний капнометров осуществляется либо в единицах парциального давления CO_2 , либо в единицах объемной концентрации. Диапазон измерений CO_2 составляет 0...99 мм рт.ст. (0...10%), точность измерения составляет единицы процентов.

Измерение CO_2 в капнометрах основано на определении поглощения ИК излучения при прохождении его через пробу газа на определенной длине волны (около 4,3 мкм), определяемой максимумом спектра поглощения для CO_2 . Величина поглощения оказывается пропорциональной концентрации CO_2 (рис. 68,а).

Датчик капнометра включает источник ИК-излучения, измерительную ячейку, через которую проходит анализируемый газ, и фотоприемник.

Диагностическую информацию о состоянии пациента несет капнограмма - кривая записи концентрации CO_2 в выдыхаемой газовой смеси, визуальный анализ формы капнограммы позволяет проводить диагностику нарушений газообмена. Важнейшей, числовой характеристикой капнограммы является значение концентрации CO_2 в точке D, т.н. ETPCO_2 , которое незначительно отличается от PCO_2 артериальной крови (рис. 68,б).

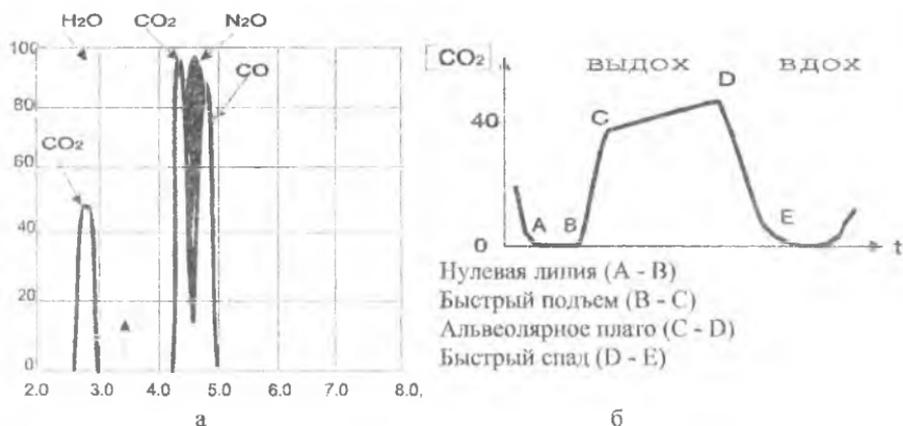


Рис.68. Спектр поглощения излучения дыхательных газов (а), капнограмма дыхательного цикла (б)

Современные капнометры (рис. 69) снабжаются графическим дисплеем для наблюдения капнограммы и цифровым индикатором ETPCO_2 , частоты дыхания и других значений, характеризующих капнограмму.



а



б

Рис. 69. Капнометр (а), капнометр, совмещенный с пульсоксиметром (б)

Полезность капнометрии при мониторинге респираторной функции обусловила включение в 1992г. Всемирной Федерацией анестезиологических обществ метода капнометрии в стандарт безопасности пациента как рекомендуемое средство при каждом интубационном наркозе.

1982г. Разработка метода кардиоверсии (восстановления нормального сердечного ритма при желудочковых тахикардиях с помощью небольшого по мощности электрического разряда через сердце - до единиц Дж). Конструкция современного имплантируемого кардиовертера обеспечивает возможность наружного программирования мощности электрического разряда в пределах 0,06-2,0 Дж. Распознавание возникшей тахикардии и контроль эффективности разряда осуществляется автоматически.

1984г. Развитие высокочастотного метода искусственной вентиляции легких (ВЧ ИВЛ) как наиболее эффективного метода лечения дыхательной недостаточности в анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии.

Ранее существовавшие аппараты для ИВЛ обеспечивали частоту дыхания (нагнетания газовой смеси в легкие) 12...20 циклов в минуту (для взрослых) при дыхательном объеме 500...700 мл. Однако такая методика ИВЛ сопровождалась нефизиологичным повышением внутрилегочного и внутриплеврального (внутригрудного) давлений, что отрицательно воздействовало на сердечно-сосудистую систему и легкие.

Метод ВЧ ИВЛ при частоте подачи газовой смеси до 200 циклов в минуту и дыхательном объеме 100...150 мл позволяет снизить давление на вдохе, резко уменьшить дыхательные экскурсии легких (что важно при ряде хирургических вмешательств), достигнуть лучшей оксигенации крови в легких, построить аппаратуру с открытым дыхательным контуром.

Первоначально использовался объемный способ реализации ВЧ ИВЛ, при котором в обычной аппаратуре расширялся диапазон частот дыхания и дыхательного объема.

Позднее была реализована более простая и эффективная аппаратура струйного способа ВЧ ИВЛ с открытым контуром (рис. 70,а). Дыхательная смесь подается в трахею через катетер-трубку (длиной 200...300мм) с внутренним диаметром 2...3 мм или инжектор с диаметром сопла до 1,6 мм. Высокая скорость газовой струи, создаваемая давлением до 4 кг/см^2 , позволяет интенсивно подсасывать воздух через специальное отверстие, которое во время прерывания подачи сжатого газа служит для осуществления выдоха. Преимуществом инжекторной ИВЛ является сокращение расхода сжатого газа, акустическое воздействие инжектора улучшает транспорт газа в трехеобронхиальном дереве. Аппаратура с открытым контуром, соединенным в любой момент времени с атмосферой, дает возможность пациенту произвольно вдохнуть необходимый объем газа, ее можно использовать при эндоскопических исследованиях.

Примером аппарата ВЧ ИВЛ является «Синрон-601» (ВНИИИМП). Диапазон основных параметров: частота 10...4000 циклов в минуту (39 ступеней), соотношение длительностей вдох/выдох 3:1...1:1...1:4, рабочее давление до 4 кг/см^2 . Аппарат содержит микроконтроллер, обеспечивающий точность задания временных параметров и удобство управления. В комплект аппарата входит 3 узла инжектора с диаметром сопел 0,6; 0,8; 1,2 мм, что позволяет осуществить регулирование минутной вентиляции 0...50 л/мин (рис. 70,б).

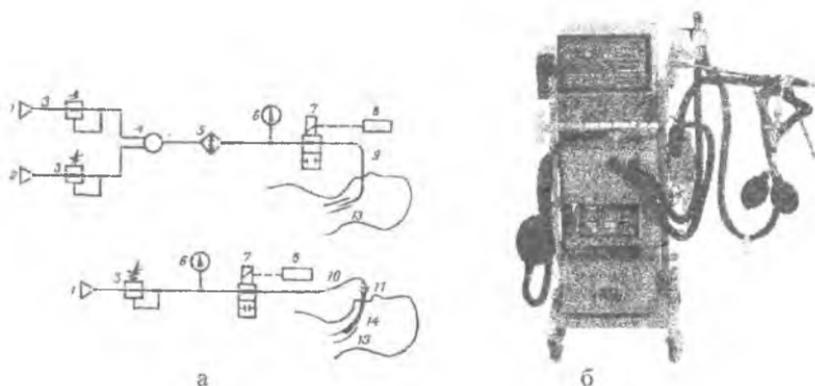


Рис. 70. Схемы ВЧ ИВЛ (а), «Синрон-601» (б)

1984г. Разработка нейропротезов - системы функциональной электростимуляции (ФЭС), предназначенной для восстановления двигательной функции у человека путем электрического возбуждения

парализованных мышц. Нейропротезы используются для восстановления утраченных функций путем замены нарушенных нервных связей с помощью технических средств. С помощью нейропротезов осуществляется управление дыхательным ритмом, мочеиспускательной функцией, движениями руки, управление передвижением кресла-каталки, поддержание вертикальной позы и ходьба.

В норме информация от рецепторов через супраспинальную ЦНС передается к мышцам опорно-двигательного аппарата (ОДА) человека. При нарушении этих связей нейропротез осуществляет с помощью датчиков прием информации о положении и движении ОДА, управление с помощью контроллеров ортопедическими аппаратами или управление электростимуляцией мышц ОДА. Нейропротез, работающий по принципам управления с обратной связью, строится как открытая система, имеющая интерфейс для представления информации о состоянии системы и произвольного управления со стороны больного. Системы мышечной электростимуляции нейропротезов для осуществления сложных двигательных функций (ходьба, передвижение по лестнице и др.) выполняются многоканальными для синхронного возбуждения групп двигательных мышц, включая мышцы-антагонисты. Контроллеры подобных систем работают под управлением командных процессоров верхнего уровня, в которых осуществляется определение состояния системы (ОДА) в данный момент времени, сравнение с моделью выполняемого движения и необходимая коррекция контроллеров нижнего уровня управления (рис. 71).

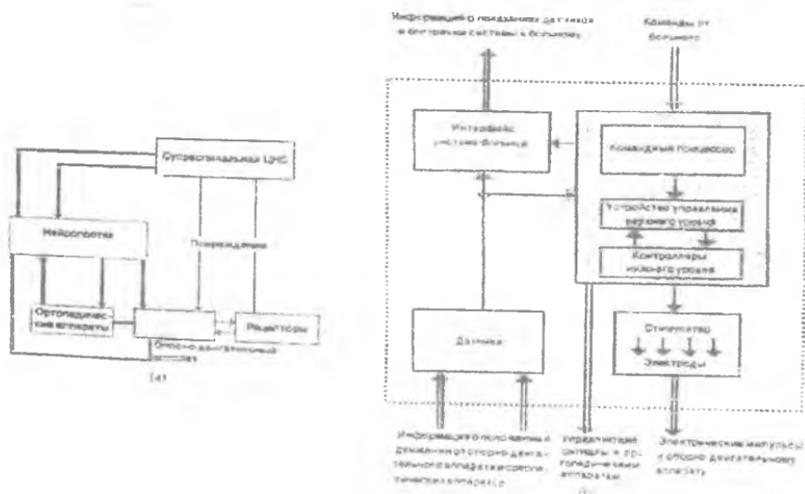


Рис. 71. Структура нейропротеза

1985г. Разработка слуховых аппаратов - протезов улитки (кохлеарных протезов), которые с помощью микрофона преобразуют звуки в электрические сигналы, используемые после обработки в специальных устройствах для раздражения слуховых нервов, благодаря чему у глухих возникают слуховые ощущения. В клинической практике используются имплантируемые конструкции, улучшающие возможность распознавания речи и восприятия больными окружающей обстановки.

Основной особенностью электростимуляции слуховых нервов, которую необходимо учесть при разработке кохлеарного протеза, является необходимость пространственного кодирования параметров стимулов. Изменение параметров стимулов по нерву обусловлено зависимостью амплитудно-частотной характеристики возбуждения от положения точки приложения стимула вдоль спирали улитки. Наибольшую чувствительность к высокочастотным звуковым раздражениям имеет область у основания улитки (базальная область), к низкочастотным раздражениям - область вблизи вершины спирали улитки. Поэтому при протезировании слуха используют многоканальную систему электродов (например, 8 пар близкорасположенных биполярных контактов), располагаемых в местах, которые в здоровом ухе соответствуют частотам 800-6000 Гц. Аналоговые процессоры для обработки сигналов, поступающих с микрофона, сжимают динамический диапазон амплитуд сигналов и формируют стимулирующие сигналы в отдельных частотных полосах, подаваемых на электроды.

1980-1990гг. Создание отечественных медицинских приборов нового поколения с микропроцессорной обработкой сигнала.

Создание многоканальных автоматизированных электрокардиографов с обработкой данных и решением задач синдромальной диагностики. Использование микропроцессорной техники, клавиатуры для диалогового режима работы, ЖКИ - экранов для просмотра качества регистрации ЭКГ и вывода служебной информации, а также термопечатающих головок с разрешением до 20 точек на 1 мм позволили уменьшить габариты, вес приборов, существенно повысить эксплуатационные характеристики аппаратуры.

Построение на базе ПЭВМ первых ЭКГ-диагностических рабочих станций - автоматизированного рабочего места врача-кардиолога (рис 72). На базе мощного процессора расшифровываются результаты обычных ЭКГ и ВЭКГ исследований, нагрузочных проб, холтеровского мониторирования. На базе рабочих станций впервые был реализован практически весь современный комплекс электрофизиологического исследования сердца.

В состав подобных систем включались велоэргометры и тредмилы для формирования дозируемых физических нагрузок. Добавление систем газового анализа, позволяющих контролировать поглощение кислорода и

выделение углекислоты, позволяет сочетать электрофизиологические методики с биохимическими, что дает более полную и прямую информацию, характеризующую энергетические процессы в организме при физической нагрузке, а также реакцию мышц и сосудов сердца.



Рис. 72. ЭКГ-тест-система

Ритмокардиоскоп РКС-02 (1988г.) предназначался для анализа ритма сердца и выявления его нарушений в клинической кардиологии, спортивной медицине, при профосмотрах и реабилитации. Прибор позволял вести непрерывный контроль электрокардиосигнала (ЭКС), в реальном времени диагностировать основные классы аритмий. Дискретизация сигнала осуществлялась с помощью 8-разрядного АЦП с частотой 500 Гц. ЭКС в цифровом виде поступал в ОЗУ для отображения на экране дисплея и в центральный процессор, состоящий из двух микропроцессоров типа К1801ВМ1. Цифровая обработка сигнала включала фильтрацию помехи частотой 50 Гц, сжатие (аппроксимацию сигнала в виде отрезков линий с наклонов), далее производился поиск комплексов QRS, распознавание точек зубцов, реализация алгоритмов поиска и распознавания 20 видов аритмий по признакам формы, включающим измерение амплитуды, длительности, площади и смещения относительно изоляции.

Графические методы анализа ритма сердца были реализованы в приборе путем отображения:

-скаттерграммы R-R-интервалов, позволяющей одновременно определять структуру ритма:

-ритмограммы при выборке до 300 R-R-интервалов, позволяющей оценить процессы регуляции ритма со стороны вегетативной нервной системы, в том числе при проведении нагрузочных проб;

-гистограммы (распределения R-R-интервалов), позволяющей определить показатели вариационной пульсометрии;

-тренды (изменения во времени) различных параметров (ЧСС, длительность R-R-интервалов и др.) за 1 и 8 часов наблюдения.

В качестве дисплея использовался кинескоп (23ЛК13Б). Управление прибором осуществлялось с клавиатуры.

Аппарат искусственного кровообращения АИК-6,06 (1989г., ВНИИ медицинского приборостроения и НПО «Красногвардеец») предназначался для временной замены нагнетательной функции сердца и газообменной функции легких во время проведения хирургических операций на сердце и магистральных сосудах.

Перфузионная стойка является основным звеном аппаратуры, осуществляющим перфузию с равномерной или пульсирующей подачей крови. Стойка включает 4 роликовых насоса, блок управления, работающий в режиме синхронизации пульсирующего режима по внешнему сигналу, например от кардиомонитора. Управление выдается с помощью микроконтроллера, позволяющего установить требуемые режимы (длительность пульсации, амплитуду потока, частоту пульсации). На стойке располагаются элементы разового физиологического блока, содержащего оксигенатор, теплообменник, артериальный фильтр, датчики температуры. Кардиоплегическая приставка предназначена для приготовления охлажденного и насыщенного карбогеном химического раствора и его подачи в коронарную систему под контролем давления.

Аппарат является базовой моделью, позволяющей развивать модульную структуру - включать физиологические контура ультрафильтрации, диализа и гемосорбции.

Совершенствование мониторинговых систем слежения за состоянием больных в критических ситуациях характеризуется расширением числа мониторируемых показателей: отображение физиологических кривых включает: ЭКГ - в нескольких отведениях, инвазивное измерение АД, фотоплетизмограмму периферического пульса, дыхание; отображение значений физиологических параметров включает: ЧСС, SpO₂, Ad_c, Ad_b, ЧД, ETCO₂, t°C. В отдельных случаях расширяется определение показателей гемодинамики, вводится многоточечное измерение температуры тела и градиента температуры.

В отдельные классы мониторинговых приборов выделяются акушерские мониторы (фетальные мониторы), обеспечивающие контроль ЧСС плода с помощью УЗ доплеровских датчиков синхронно с записью (токотонографией) родовой деятельности.

Развитие микропроцессорной техники позволило в середине 80-х годов создать цветные малогабаритные видеокамеры весом 100-150 г и мощные источники холодного света (до 400-450 W), сделавшие возможными осмотр брюшной полости и проведение хирургических операций без утомительного следования за окуляром лапароскопа. Это дало толчок к существенному расширению спектра малоинвазивных хирургических вмешательств. Nezhat в 1986 году и Mouret в июне 1987 года (холецистэктомия) выполнили первые операции под видеондоскопическим контролем.

В 1987 году Schrieber впервые выполнил аппендэктомия по поводу острого аппендицита - первые малоинвазивные вмешательства при urgentной хирургической абдоминальной патологии - оказались вполне выполнимыми. В настоящее время в клиниках, специально занимающихся лапароскопическим лечением этой патологии, насчитывается более 1200 успешных операций.

Расширяется использование гибких эндоскопов для диагностической цели и лечения с помощью гибких инструментов. Создаются тонкие эндоскопы с диаметром рабочей части до 6 мм, а в отдельных случаях до 2 мм. Для визуализации изображения применяются цветные ПЗС-матрицы и телевизионные приставки.

В области получения медицинских изображений расширяется создание ультразвуковых (УЗ) диагностических приборов. Сканирующие приборы позволяют получить высокое качество изображения при повышении разрешающей способности. Расширяется номенклатура УЗ зондов, например пищевая зонд для кардиологических исследований. В доплеровских УЗ-приборах распространяется цветовое кодирование сигнала, что повышает диагностическую ценность наблюдения, вводятся анализаторы спектра доплеровских сигналов.

Получают распространение магнитные компьютерные томографы (число аппаратов в клиниках мира достигает 2000ед). Несмотря на высокую стоимость, они привлекают клиницистов высокой разрешающей способностью в распознавании заболеваний ЦНС, спинного мозга, суставов. Отдельные образцы (Shivadzu, Япония) позволяют демонстрировать динамические изображения. Улучшение качества изображения достигается введением в кровь контрастирующего вещества (парамагнетика).

Рентгеновские компьютерные томографы совершенствуются за счет введения динамического наблюдения (высокой частоты сканирования), снижения радиационной нагрузки на пациента. Аппаратура фирмы Philips, Siemens рассматривается в клиниках как рутинное техническое оснащение.

Рентгенодиагностические комплексы снабжаются экранно-снимочными устройствами с микропроцессорами, а также устройствами

цифровой памяти. Цифровое представление аналогового телевизионного сигнала обеспечивает его запоминание, что особенно удобно в палатных аппаратах. Системы цифровой обработки изображений позволяют повышать локальные контрасты, выделять детали и их границы, определять размеры объектов, архивировать файлы изображений (рис. 73).

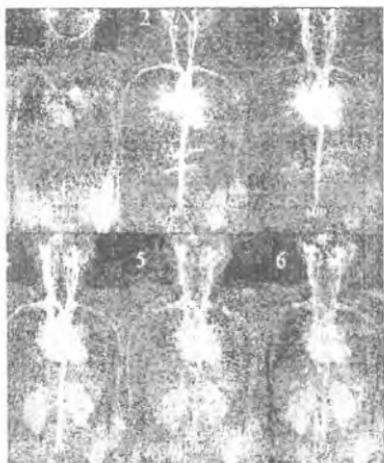


Рис. 73. Ангиографические изображения, полученные с помощью МРТ

Эзофагогастродуоденоскоп ЭГДБ-ВО-ЧМ («Красногвардеец», 1989) предназначен для исследования пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки путем визуального осмотра и проведения лечебных манипуляций с помощью гибкого инструмента. Поле зрения эндоскопа составило 104° . Новые волоконно-оптические элементы позволили ввести дополнительный канал для заполнения полости воздухом и подачи воды для обмыва объектива. Используемые гибкие инструменты: щипцы для биопсии, катетер для введения лекарственных средств, щеточка для цитологии при диаметре инструментального канала 3,3 мм обеспечивают проведение инструмента при всех углах изгиба дистального конца эндоскопа (рис. 74).

1987г. Разработка автоматического имплантируемого дефибрилятора с функцией водителя ритма высокой выходной мощности, которая включается на определенное время после дефибриляции (рис. 75,а). Для быстрой и надежной регистрации сердечных сокращений был использован датчик артериальных пульсаций, в основу которого был положен принцип построения электретного конденсаторного микрофона, регистрирующего перепады давления крови в правом желудочке (рис. 75,б).

поверхности тела пациента. В качестве активного элемента генератора использован экономичный лавинно-пролетный диод. Для устойчивой работы аппарата с кожным покровом, обладающим большим коэффициентом отражения, применены развязывающие устройства: ферритовый волноводный вентиль и полосно-пропускающий фильтр. Регулировка выходной мощности осуществляется электрически управляемым аттенуатором, который используется также в качестве модулятора при импульсном воздействии. Сменные антенны-излучатели представляют собой рупорные и диэлектрические стержневые антенны, формирующие требуемую диаграмму направленности излучения. Аппарат снабжен таймером для фиксации времени проведения процедуры.

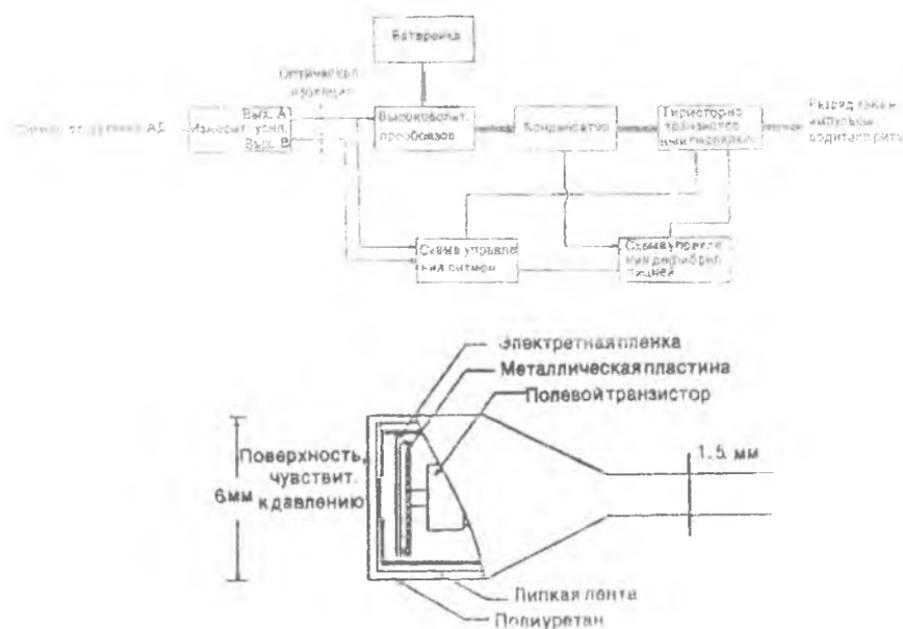


Рис. 75. Структурная схема автоматического имплантируемого дефибрилятора с функцией водителя ритма высокой выходной мощности (а), конструкция датчика артериальных пульсаций (б)

1990-2000гг. Создание нового поколения интеллектуальных медицинских приборов. Развитие средств регистрации и методов обработки биологических сигналов, а также широкое использование микропроцессорной техники привело к объединению отдельных приборов измерения и контроля физиологических параметров в

многофункциональные мониторные системы, позволяющие вести комплексную оценку состояния пациента (рис. 76).

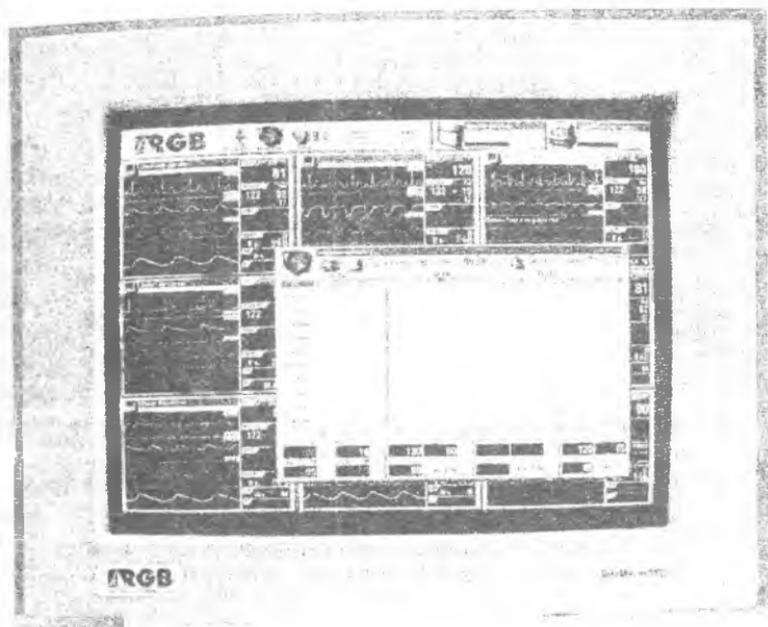


Рис. 76. Дисплей центральной станции мониторной системы палаты интенсивной терапии

В клинических мониторных системах осуществляется сбор физиологических данных, анализ полученной информации, определение диагностических показателей с представлением результатов в удобном для восприятия виде.

Использование компьютерных средств обработки данных дает возможность предоставлять всю информацию, поступающую от аппаратуры в удобном для врача виде. В "интеллектуальных" мониторах осуществляется переход от контроля отдельных физиологических параметров к наблюдению за изменениями интегральных показателей, характеризующих состояние пациента.

Интегральный показатель состояния может быть определен по способу формирования обобщенного критерия на основе меры отклонения частных критериев от "идеальной" альтернативы. В качестве меры обобщенного критерия состояния может быть использована степень соответствия значений физиологических параметров в рассматриваемый момент времени границам их динамической нормы.

Величина интегрального показателя состояния может быть определена как минимальное расстояние между точкой многомерного пространства нормированных значений физиологических параметров и областью данного пространства, соответствующей динамической норме. Относительное изменение расстояния, определяемое в различные моменты времени, характеризует динамику изменения состояния пациента.

На основе слежения за изменением интегрального показателя состояния строятся простые и наглядные способы отображения информации. Например, в одной из таких систем на дисплей наблюдения за состоянием больных в палатах интенсивной терапии выводится план отделения с расположением палат и размещением в них пациентов. Каждое место в палате отображается на плане в виде цветной пиктограммы. Изменение цвета пиктограммы от зеленого к красному соответствует изменению показателя состояния пациента от нормы к «тревоге» и легко распознается медицинским персоналом, ведущим круглосуточное наблюдение.

В последние годы мониторные системы преобразуются в клинические информационные системы, обладающие широкими возможностями по использованию баз медицинских данных (рис. 77, 78).

В таких системах реализуется концепция «гибкого» мониторинга, основанная на использовании технологии компьютерных локальных сетей. Каждый мониторный прибор, участвующий в контроле или управлении состоянием пациента, снабжается «сетевой карточкой» - устройством, с помощью которого осуществляется обмен данными в компьютерной сети клиники. Прикроватные мониторы, пульсоксиметры, инфузионные дозаторы, наркозно-дыхательная и другая аппаратура связываются с центральным компьютером - рабочей станцией клиники.

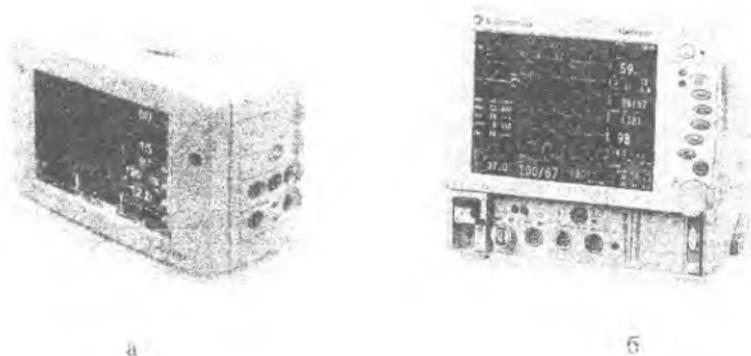


Рис. 77. Многоканальные мониторы фирм Simens (а), Datex Ohmeda (б)

Удобство использования компьютерных сетей в медицинских учреждениях заключается в том, что соединение всех приборов осуществляется с помощью дешевого телефонного кабеля, что существенно снижает стоимость оборудования клиники средствами мониторинга.

Рабочая станция является общим коллектором данных, поступающих со всех приборов. Данные о жизненно важных физиологических параметрах передаются от рабочей станции на многодисплейные мониторы поста наблюдения за состоянием пациентов. База данных, являющаяся ядром клинической информационной системы, позволяет заносить данные пациента в «электронную» историю болезни, которая может быть распечатана в привычном для врача виде. Компьютерная сеть охватывает все источники информации в клинике: приемное отделение, клинические лаборатории, кабинеты функциональной диагностики, получения медицинских изображений и др., что позволяет концентрировать все данные, относящиеся к пациенту на рабочей станции.



Рис. 78. Носимый регистратор системы суточного мониторинга артериального давления крови

Локальная сеть системы имеет выход в сеть телемедицины, что дает возможность проводить консультации с ведущими специалистами других клиник. Терминалы системы могут быть установлены на любом рабочем месте врача, предоставляя ему всю необходимую информацию о пациенте. Имеется возможность включения баз знаний, предоставляющих обширный справочно-информационный материал, а также стандартные программные приложения, позволяющие вести обработку медицинских данных.

Таким образом, современные системы клинического мониторинга осуществляют не только многопараметровый контроль состояния пациента, но и подсказывают решения по диагностике, выбору оптимальной тактики лечения и даже по проведению неотложной интенсивной терапии.

Ценность использования систем мониторинга для клинической практики определяется следующими факторами:

- высокой точностью и объективностью получаемой диагностической информации;

- слежением за изменениями жизненно важных параметров организма в реальном масштабе времени, определяемом высоким быстродействием обработки физиологической информации;

- возможностью одновременной обработки изменений нескольких физиологических параметров и установлением связи между ними;

- ранним выявлением признаков нарушения управления в системах организма;

- наблюдением за изменениями диагностических показателей, являющихся производными от текущих значений физиологических параметров (например, слежение за изменением периферического сопротивления, сердечного выброса, индексов активности вегетативной регуляции и т.п.).

Данные возможности делают методы и средства клинического мониторинга незаменимым фактором, без которого невозможно эффективное ведение больных, находящихся в критических состояниях.

Клинический мониторинг в медицине критических состояний может включать несколько направлений.

Результаты клинического мониторинга позволяют более точно оценить состояние пациента, а также дают возможность реализации систем управления состоянием путем автоматического дозирования лечебных воздействий.

2 СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АВТОГЕНЕРАТОР - генератор, работающий после включения в режиме самовозбуждения, преобразующий энергию источника питания в незатухающие колебания.

АВТОКЛАВ - медицинский стерилизатор, действующий нагретым водяным паром под повышенным давлением.

АДАПТИВНОЕ БИОУПРАВЛЕНИЕ - условно-рефлекторная регуляция физиологических процессов, основанная на принципе обратной связи.

АДАПТАЦИЯ - (Приспособительная реакция) - приспособление организма к изменившимся условиям существования.

АКСОН - отросток нейрона, проводящий нервные импульсы к другим нейронам.

АМПЛИТУДА - наибольшее значение величины, совершающей гармонические колебания.

АНАЛЬГЕЗИЯ - 1) отсутствие болевой чувствительности; 2) обезболивание.

АНАМНЕЗ - сведения, получаемые врачом путем опроса больного или знающих его лиц.

АНЕСТЕЗИЯ - 1) отсутствие чувствительности болевой, тактильной и др.; 2) методы обезболивания хирургических операций и манипуляций.

АНОД - электрод, присоединяемый к положительному полюсу источника тока.

АНТЕННА - устройство для приёма (или излучения) электромагнитных волн.

АОРТА - главный артериальный сосуд, выходящий из левого желудочка сердца.

АОРТОГРАФИЯ - контрастное рентгенологическое исследование аорты.

АППАРАТ РИВА-РОЧЧИ - ртутный сфигмоманометр для измерения артериального кровяного давления.

АППЛИКАЦИЯ - наложение на поверхность тела носителя какого-либо вида энергии.

АРИТМИЯ - нарушение формирования импульсов возбуждения и их проведения по миокарду с нарушением ритма сердца.

АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ - давление крови в артерии на стенку этой артерии.

АРТЕФАКТ явление, не свойственное объекту исследования и искажающее результаты исследования.

АСПИРАТОР - аппарат для отсасывания жидких субстратов из ран или полостей тела.

АУДИОМЕТРИЯ - оценка уровня слуха в изолированной комнате с помощью специальных тестов и камертона.

АУРИКУЛОТЕРАПИЯ - иглоукалывание в активные точки ушной раковины.

АУСКУЛЬТАЦИЯ - исследование внутренних органов, основанное на выслушивании и анализе звуковых явлений, связанных с деятельностью этих органов.

АЭРОЗОЛЬ - дисперсная система или смесь газов с взвешенными в ней твердыми или жидкими частицами.

БИКС - специальная металлическая коробка для стерилизации медицинских материалов.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ТОЧКИ - зоны (точки) поверхности тела, являющиеся проекцией нервных окончаний соответствующих глубже лежащих тканей и органов. У человека около 700 таких точек, используемых при рефлексотерапии.

БИОМЕХАНИКА - раздел биофизики, изучающий механические свойства живых тканей, органов и организма в целом, а также происходящие в них механические явления.

БИОНИКА - научное направление, изучающее структуру и жизнедеятельность организмов с целью построения технических систем, сходных по характеристикам с живыми организмами.

БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА - система целенаправленного действия, объединяющая технические и биологические звенья

БОЛЕЗНЬ - 1) жизнь, нарушенная повреждением структуры или функции организма под влиянием внешних или внутренних факторов; 2) общее название конкретных нозологических единиц.

БРАДИКАРДИЯ - пониженная частота сердечных сокращений.

ВАКУУМ - состояние заключенного в сосуд газа, характеризующееся давлением значительно ниже атмосферного.

ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА - отдел нервной системы, иннервирующий внутренние органы, гладкие мышцы, железы, кровеносные и лимфатические сосуды; делится на симпатическую и парасимпатическую системы.

ВЕЛОЭРГОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОБА - функциональное исследование с применением дозированной физической нагрузки - вращения руками или ногами педалей велоэргометра; применяется для выявления

латентной коронарной недостаточности, для изучения показателей функции внешнего дыхания и др.

ВЕНОЗНОЕ ДАВЛЕНИЕ - давление крови в просвете вены на ее стенку.

ВОЛНА - возмущение среды или физического поля, распространяющееся с конечной скоростью в пространстве.

ВЫПРЯМИТЕЛЬ - устройство для преобразования переменного тока в постоянный.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ТЕРАПИЯ (УВЧ-терапия) - лечение применением электромагнитных колебаний с длиной волны от 1 до 10 м.

ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОХИРУРГИЯ (ВЧЭХ) - резание и коагуляция тканей путем преобразования электрической энергии в тепловую.

ГАЗЫ КРОВИ - газообразные вещества в плазме и форменных элементах крови в растворенном или химически связанном состоянии.

ГАЛЬВАНИЗАЦИЯ - лечение постоянным электрическим током невысокого напряжения и небольшой силы.

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ - электрохимический источник тока, содержащий два различных проводника, помещенных в электропроводящий раствор (обычно водный раствор кислоты или соли). Например, элемент Вольта состоит из медной и цинковой пластин (электродов), погруженных в слабый водный раствор серной кислоты. Медь заряжается положительно (анод), цинк - отрицательно (катод), начальная ЭДС элемента 1,1В.

ГАЛЬВАНОМЕТР - высокочувствительный прибор, показания которого определяются силой проходящего через него тока; по принципу построения гальванометры могут быть магнитоэлектрическими, тепловыми и др.

ГАММА-КАМЕРА - прибор для графической регистрации распределения радиоактивного изотопа в организме.

ГАММА-ТЕРАПИЯ - лучевая терапия, основанная на использовании гамма-излучения.

ГАРМОНИЧЕСКОЕ КОЛЕБАНИЕ - колебание, характеризуемое изменением какой-либо величины во времени по закону $a = a_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$. Если a - текущее значение величины, то a_0 - амплитуда колебания, ω_0 - круговая (циклическая) частота колебания, $(2\pi/\omega_0) = T_0$ - период колебаний (промежуток времени, через который текущие значения величины a повторяются, $f = 1/T_0$ - число колебаний в единицу времени или частота колебаний, $\omega_0 t + \varphi_0$ - фаза колебаний, φ_0 - начальная фаза.

ГАСТРОСКОП - жесткий или гибкий эндоскоп для осмотра полости внутренней поверхности желудка и выполнения различных манипуляций (биопсия и др.) под визуальным контролем.

ГЕМОГЛОБИН - сложный белок, дыхательный пигмент в эритроцитах крови, осуществляющий перенос кислорода из легких в ткани.

ГЕМОДИНАМИКА - 1) раздел физиологии, изучающий движение крови, 2) совокупность процессов движения крови в сердечно-сосудистой системе.

ГЕМОРРАГИЧЕСКИЙ ШОК - шок, вызванный значительной острой кровопотерей.

ГЕМОСОРБЦИЯ - экстракорпоральная перфузия крови через сорбенты для выведения из организма токсинов.

ГЕНЕЗ - происхождение какой-либо структуры в онтогенезе или филогенезе.

ГЕНЕРАТОР - устройство для получения энергии заданного вида путем преобразования энергии другого вида; электрическая машина постоянного (переменного) тока, предназначенная для преобразования механической энергии в электрическую и основанная на явлении электромагнитной индукции при движении проводников в магнитном поле; электронная схема, предназначенная для получения электрических колебаний.

ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ (ГБО) - кислородная терапия в барокамере.

ГИПОКСЕМИЯ - пониженное содержание кислорода в крови.

ГИПОКСИЯ - недостаточное снабжение тканей кислородом.

ГОМЕОСТАЗ - динамическое постоянство внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма.

ДАРСОНВАЛИЗАЦИЯ - электролечение с применением переменного импульсного тока высокой частоты.

ДАТЧИК - элемент измерительного, сигнального, регистрирующего устройства, преобразующий измеряемую, передаваемую, контролируемую величину в электрический сигнал.

ДЕМОДУЛЯЦИЯ - процесс преобразования модулированного сигнала, обеспечивающий получение из него электрического колебания, содержащегося в модулируемом сигнале и непосредственно отображающего информацию.

ДЕТЕКТОР - обнаружитель сигналов; устройство, предназначенное для преобразования высокочастотного модулированного колебания в напряжение или ток, изменяющийся по закону модуляции.

ДЕФИБРИЛЛЯТОР - прибор для воздействия на сердце кратковременным мощным импульсом тока для прекращения нарушений сердечного ритма.

ДИАГНОЗ - медицинское заключение о состоянии здоровья, о заболевании или о причине смерти.

ДИАПАЗОН - область изменения какой-либо величины.

ДИНАМОМАШИНА - устаревшее название генератора электрического тока, содержащего ротор, вращающийся в магнитном поле.

ДИОД - двухэлектродный электронный прибор, содержащий катод и анод, используемый для выпрямления переменного тока, детектирования сигналов и др. целей.

ДИФРАКЦИЯ - отклонение от геометрических законов распространения волн (например, законов зеркального отражения или преломления радиоволн).

ДИФфуЗИЯ - проникновение частиц одного вещества в другое в направлении убывания их концентрации, обусловленное тепловым движением атомов, молекул и других частиц.

ДИЭЛЕКТРИК - вещество, практически не проводящее электрический ток.

ДОПплЕРОГРАФИЯ - исследование гемодинамики в кровеносных сосудах ультразвуковым методом Доплера.

ДУГА (ДУГОВОЙ РАЗРЯД) - самостоятельный (непрерывный во времени) электрический разряд в газе (воздухе), характеризующийся большой плотностью тока и поддерживаемый термоэлектронной или автоэлектронной эмиссией.

ЕМКОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ - параметр, характеризующий способность проводника, совокупности проводников или конденсатора удерживать электрический заряд, равный отношению величины заряда к потенциалу проводника.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ - электрическое соединение с Землей или ее эквивалентом (металлическим корпусом летательного аппарата, корабля и т.п.).

ЗАКОН АМПЕРА - сила взаимодействия двух элементов тока (произведение тока на рассматриваемый элемент проводника) пропорциональна величине каждого элемента тока, т.е. их произведению, и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Направление этой силы определяется двойным векторным произведением: вектора одного элемента проводника на векторное произведение второго элемента проводника на радиус-вектор, соединяющий элементы проводника.

ЗАКОН БИО-САВАРА - напряжённость магнитного поля, создаваемая в данной точке элементом тока, пропорциональна величине тока, обратно пропорциональна квадрату расстояния от точки до элемента проводника: направление магнитного поля определяется векторным произведением элемента проводника на радиус-вектор соединяющего элемент проводника и рассматриваемую точку (правило правого буравчика).

ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА - количество теплоты, которое выделяется током в проводнике, прямо пропорционально силе тока и падению напряжения на нем.

ЗАКОН КИРХГОФА - алгебраическая сумма токов в точках разветвления цепей равна нулю; алгебраическая сумма электродвижущих сил (ЭДС) и напряжений в замкнутом контуре равна нулю.

ЗАКОН КУЛОНА - сила взаимодействия двух точечных зарядов, направлена вдоль линии, соединяющей оба заряда, пропорциональна величине этих зарядов, т.е. их произведению, и обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами.

ЗАКОН ОМА - сила тока в электрической цепи пропорциональна приложенному напряжению; коэффициент пропорциональности этой зависимости называется электропроводностью проводника, а величина обратная электропроводности - электрическим сопротивлением. Сопротивление проводника зависит от рода вещества проводника, его геометрических размеров и физического состояния.

ЗДОРОВЬЕ - состояние физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических недостатков (из Устава ВОЗ)

«**ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ**» - термин, применяемый в медицине для обозначения оптимального метода обследования или лечения.

ИГЛОРЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ (Иглоукалывание) - воздействие на функции организма путем введения тонких игл в определенные точечные зоны (биологически активные точки) поверхности тела.

ИЗМЕРЕНИЕ - процесс определения опытным путем значения физической величины, характеризующей некоторый объект или явление.

ИКОНОСКОП - первая передающая телевизионная трубка с накоплением электрических зарядов для преобразования оптического изображения в телевизионный сигнал.

ИМПЕДАНС - полное сопротивление электрической цепи переменному току; используется для изучения периферического кровообращения методом реографии.

ИНТРАКОРПОРАЛЬНАЯ УРЕТЕРОЛИТООРИПЦИЯ - контактно-лазерное, ультразвуковое или гидродинамическое дробление камней

мочеточников с антеградным (со стороны почки) или ретроградным (через мочевой пузырь) введением уретероскопа.

ИНТУБАЦИЯ - введение в гортань и трахею трубки для проведения наркоза, искусственной вентиляции легких и восстановления проходимости дыхательных путей.

ИНФОРМАЦИЯ - мера уменьшения неопределенности при выборе различных возможностей; сведения о каких-либо событиях или предметах, являющиеся объектом для преобразования, хранения, передачи или непосредственного использования.

ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ (ИВЛ) - контролируемая механическая вентиляция с определенным ритмом и минутным объемом, независимо от дыхательных попыток больного или в соответствии с его дыханием.

ИСКУССТВЕННАЯ ПОЧКА (гемодиализатор) - аппарат для экстракорпорального гемодиализа.

ИСКУССТВЕННОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ (экстракорпоральное кровообращение) - циркуляция крови, обеспечиваемая работой специальных аппаратов, для полного или частичного замещения деятельности сердца.

ИСКУССТВЕННОЕ СЕРДЦЕ - имплантируемый аппарат, замещающий насосную функцию сердца, действующий за счет автономного или внешнего источника энергии.

ИСКУССТВЕННЫЙ КЛАПАН СЕРДЦА - механическое устройство, имплантируемое при хирургическом лечении пороков сердца.

ИСКУССТВЕННЫЙ ХРУСТАЛИК - линза, внедренная оперативным путем в переднюю камеру глаза для коррекции зрения.

КАБЕЛЬ - один или несколько изолированных проводников, заключенных в герметическую оболочку, поверх которой накладывается защитная оболочка.

КАЛОРИМЕТР - прибор для измерения количества тепла, выделенного в ходе физических или биологических процессов.

КАМНЕДРОБЛЕНИЕ (литотрипсия) - дробление конкрементов в почках, мочевых и желчных путях на мелкие фрагменты с последующим их удалением.

КАПИЛЛЯР - тонкий сосуд, стенка которого состоит из эндотелиальных клеток.

КАРДИОГРАММА - 1) кривая, отражающая изменения показателей функции сердца; 2) кривая колебаний грудной клетки, обусловленных деятельностью сердца.

КАРДИОСТИМУЛЯТОР (электрокардиостимулятор, пейсмейкер, искусственный водитель ритма) - аппарат для стимуляции сердца генерируемыми электрическими импульсами.

КАТОД - источник электронов в электровакуумных приборах; отрицательный полюс источника тока или электрод прибора, присоединяемый к отрицательному полюсу источника тока.

КАТУШКА ИНДУКТИВНОСТИ - элемент электрической цепи, предназначенный для использования его индуктивности и вынужденный из провода, намотанного на каркас.

КИНЕТОГРАФИЯ - графическая регистрация движений, колебаний отдельных органов или их частей.

КЛИНИКА - 1) специализированное лечебное учреждение, на базе которого проводится педагогическая и научная работа; 2) клиническая картина болезни.

КОД - система условных знаков (символов) или элементарных сигналов, используемых при передаче сообщений, а также для представления различной информации.

КОДИРОВАНИЕ - преобразование сообщений в код.

КОЛЕБАНИЕ - изменение состояния или значения той или иной физической величины, повторяющееся через определённые промежутки времени.

КОЛЕБАНИЯ ЗАТУХАЮЩИЕ - колебания, энергия которых убывает во времени с момента их генерации.

КОЛЕБАНИЯ НЕЗАТУХАЮЩИЕ - колебания с постоянной во времени энергией.

КОЛОРИМЕТР - прибор для определения концентрации вещества по интенсивности окраски путем сравнения с эталонными растворами.

КОМПАС - навигационный прибор, указывающий направление географического (истинного) или магнитного меридиана; магнитный компас содержит магнитную стрелку, вращающуюся на острие в центре круга (лимба), разделённого на градусы (румбы), которая устанавливается в направлении меридиана «север-юг».

КОММУТАТОР - устройство для формирования соединения между цепями, обеспечивающими прохождение сигнала в заданных направлениях.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ - метод изобразительной диагностики, основанный на цифровой обработке данных измерений рентгеновского излучения после прохождения его через человеческое тело.

КОНДЕНСАТОР - элемент электрической цепи, состоящий из двух или более проводящих обкладок, разделённых диэлектриком и обладающий свойством накапливать электрический заряд, который характеризуется электрической емкостью конденсатора.

КОНТАКТ - место перехода электрического тока из одного токопроводящего элемента цепи в другой.

КОНТУР КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ - электрическая цепь, содержащая индуктивный и емкостной элементы, в которой могут возбуждаться периодические электрические колебания с частотой, определяемой параметрами контура.

КРОВООБРАЩЕНИЕ - перемещение крови в кровеносной системе, обеспечивающее обмен веществ в тканях организма.

КРОВОТОК - ток крови в каком-либо участке сосудистого русла.

КРОВЬ - ткань организма, состоящая из плазмы и форменных элементов; осуществляет транспорт веществ в организме, выполняет защитные и другие важнейшие функции.

КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ - давление, оказываемое кровью на стенки кровеносного сосуда или на полости сердца.

ЛАЗЕР - генератор когерентного во времени и пространстве излучения оптического диапазона, основанного на использовании вынужденного излучения.

ЛАМПА - искусственный источник света; электровакуумный прибор.

ЛАПАРОСКОПИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ - операции в брюшной полости, выполняемые без больших наружных разрезов, а с помощью проколов брюшной стенки и введения в них оптических приборов и инструментов.

ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ - воздействие на организм постоянным гальваническим или импульсным электрическим током и лекарственным веществом, которое вводится с помощью этого воздействия через неповрежденную кожу или слизистые оболочки.

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ (радиотерапия) - лечение с помощью ионизирующего излучения.

ЛЮМИНИСЦЕНТНАЯ ЛАПАРОСКОПИЯ - выявление флуоресцирующих опухолевых участков органов и тканей, а также асцитической жидкости в срок до 16 часов после внутривенного введения 1 г династриевой соли флуоросцеинафлюоретана.

МАГНЕТИЗМ - явление, проявляющееся в макромасштабах как взаимодействие между электрическими токами, между токами и магнитами (то есть телами с магнитными моментами) и между магнитами.

В наиболее общем виде магнетизм можно определить как особую форму материальных взаимодействий, возникающих между движущимися электрически заряженными частицами.

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ (ядерный магнитный резонанс) - метод получения изображений тела, основанный на цифровой обработке сигналов от атомных ядер, находящихся в постоянном магнитном поле, после вывода их из устойчивого равновесия с помощью резонансной частоты.

МАГНИТОСТРИКЦИЯ - изменение размеров и формы тела при его намагничивании.

МАГНИТОТЕРАПИЯ - метод физиотерапии, заключающийся в воздействии на тело больного магнитным полем.

МАНИПУЛЯЦИЯ - вид модуляции, при котором модулируемый параметр несущего колебания (например, амплитуда) изменяется скачкообразно, соответственно дискретному характеру модулирующего сигнала.

МЕДИАТОР - активное вещество, выделяемое нервными окончаниями; обуславливает проведение нервных импульсов.

МЕТРОЛОГИЯ - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

МЕХАНОРЕЦЕПТОР - рецептор, воспринимающий механические воздействия, такие как давление, ускорение и др.

МЕХАНОТЕРАПИЯ - лечебная физкультура, основанная на дозированных движениях с помощью специальных механических аппаратов.

МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ ДЫХАНИЯ - объем воздуха, вдыхаемого или выдыхаемого (в литрах за 1 минуту); показатель состояния внешнего дыхания.

МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ СЕРДЦА - объем крови в литрах или в миллилитрах, выбрасываемый желудочком сердца в 1 минуту; показатель функции сердца.

МИКРОПРОЦЕССОР - программно-управляемое устройство в интегральном микроэлектронном исполнении, осуществляющее процесс обработки информации и управление им.

МИКРОСХЕМА - микроэлектронное изделие, имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов и рассматриваемое как единое конструктивное целое.

МИКРОСХЕМА ИНТЕГРАЛЬНАЯ (ИС) - микроэлектронное изделие определенного функционального назначения (усиления, преобразования

сигналов, обработки данных, генерации колебаний и т.д.), имеющее высокую плотность элементов и соединений между ними, выполненных неразделимо.

МИКРОСХЕМА ИНТЕГРАЛЬНАЯ ГИБРИДНАЯ - микросхема, выполненная на диэлектрической подложке; пассивные элементы и соединения изготовлены в виде однослойных или многослойных пленочных структур, а активные элементы в виде отдельных микроэлектронных компонентов (транзисторы, ИС, диоды), смонтированы пайкой или сваркой на специальные контактные площадки.

МИКРОФОН - устройство преобразования звуковых колебаний в электрические.

МОДУЛЯЦИЯ - процесс изменения параметров высокочастотного колебания (т.н. несущей), передаваемого по радиолинии, в соответствии с передаваемым сообщением.

МОЛНИЯ - искровой электрический разряд, возникающий между облаками или между облаком и землей, с силой тока до 500 кА и длительностью порядка микросекунд.

МОНИТОРИРОВАНИЕ (мониторинг) - постоянное наблюдение, например после операции, за состоянием больного с помощью современных приборов и аппаратов с целью предупреждения угрожающих состояний.

НАГРУЗОЧНАЯ ПРОБА - методы выявления недостаточности органа или системы при экспериментальном повышении уровня их функционирования, например коронарной недостаточности при физической нагрузке и т.п.

НАКОЖНЫЙ ЭЛЕКТРОД - наружная пластина электрода, накладываемая на кожу при электрическом воздействии.

НАРКОЗ - искусственно вызванное состояние с обратимой утратой сознания, болевой чувствительности и с расслаблением скелетных мышц.

НАРКОЗНАЯ МАСКА - приспособление для ингаляционного наркоза, прикрывающее рот и нос больного и обеспечивающее поступление и испарение наркотизирующего вещества.

НЕЙРОН (нервная клетка) - клетка, способная воспринимать раздражения, переходить в состояние возбуждения, вырабатывать нервные импульсы и передавать их другим клеткам.

НЕРВ - анатомическое образование, состоящее из пучков нервных волокон, окруженных соединительно-тканными оболочками.

НОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМА - определенная болезнь, выделенная на основе установленной этиологии, патогенеза и (или) характерной клинической картины; единица номенклатуры и классификации болезней.

НОРМА В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ - оптимум функционирования и развития организма (одно из многих возможных обозначений т.н. нормы).

ОБЛУЧЕНИЕ - воздействие на организм ионизирующего излучения с лечебной или профилактической целью.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ (метаболизм) - превращение веществ и энергии в живом организме и обмен этими веществами и энергией с окружающей средой.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ (биофидбек) - воздействие результатов функционирования какой-либо системы на дальнейший характер деятельности этой системы.

ОБЪЕМНАЯ СКОРОСТЬ КРОВОТОКА - количество крови, протекающее через поперечное сечение сосуда за 1 минуту.

ОЗОНИРОВАНИЕ - обогащение воздуха озоном для дезодорации и обеззараживания в помещениях

ОККЛЮЗИЯ – нарушение проходимости полых органов.

ОККЛЮЗИОННАЯ МАНЖЕТКА – надуваемый воздухом резиновый мешок, окружающий плечо для кратковременного прекращения артериального кровотока в дистальной части конечности, используемый, например, при измерении величины артериального давления крови.

ОКСИГЕМОГЛОБИН - форма гемоглобина, обратимо соединенного с кислородом, обеспечивающая перенос кислорода от легких к тканям.

ОКСИГЕМОМЕТРИЯ - определение степени насыщения крови кислородом.

ОКСИГЕНАЦИЯ - экстракорпоральное насыщение крови кислородом.

ОПЕРАЦИЯ - лечебное или диагностическое мероприятие, связанное с травмированием тканей или органов.

ОПТОЭЛЕКТРОНИКА - область электроники, охватывающая теорию и практическое применение взаимных преобразований световых и электрических сигналов в системах обработки, хранения и передачи информации.

ОРГАНИЗМ - отдельное живое существо, рассматриваемое как биологическая система.

ОСЦИЛЛОГРАФ - прибор для исследования изменений электрических величин во времени путем визуального наблюдения и/или регистрации.

ОТВЕДЕНИЕ - 1) движение (конечности или глаза), направленное от средней линии тела; 2) расположение электродов при регистрации биопотенциалов (например, ЭКГ).

ОФТАЛЬМОДИНАМОМЕТРИЯ (тоноскопия) - исследование гемодинамики глаза путем наблюдения за пульсацией центральной артерии сетчатки при изменении давления на глазное яблоко.

ПАРЕНТЕРАЛЬНОЕ ВВЕДЕНИЕ - введение в организм веществ, минуя пищеварительный тракт (например, внутривенно).

ПАТОГЕНЕЗ - механизм развития болезни.

ПАТОЛОГИЯ - наука о закономерностях возникновения и развития болезней, отдельных патологических процессов и состояний.

ПАЦИЕНТ - лицо, которому оказывается медицинская помощь.

ПЕРЕДАТЧИК (радиопередатчик) - устройство, предназначенное для формирования радиосигналов (например, электромагнитных колебаний, модулированных сообщением), излучаемых через антенну в пространство в виде электромагнитных волн.

ПИРОТЕРАПИЯ (искусственная гипертермия) - лечение искусственным повышением температуры тела.

ПНЕВМОГРАФИЯ - 1) графическая регистрация дыхательных движений; 2) рентгенография органа или ткани при контрастировании газом.

ПОКАЗАНИЯ (в медицине) - основания для проведения определенных лечебных или профилактических мер.

ПОЛЕ - форма существования материи.

ПОЛЕ МАГНИТНОЕ - физическое поле взаимодействия движущихся электрических зарядов, а также тел, обладающих магнитным моментом.

ПОЛЕ ФИЗИЧЕСКОЕ - форма материи, представляющая собой систему, характеризуемую непрерывным распределением физических величин в пространстве и обладающую неограниченным числом степеней свободы.

ПОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ - физическое поле взаимодействия движущихся, а также неподвижных электрических зарядов.

ПОЛЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ - физическое поле, посредством которого осуществляется взаимодействие частиц, обладающих электрическим зарядом или магнитным моментом.

ПОЛИГРАФ - многоканальное регистрирующее устройство для одновременной записи нескольких физиологических показателей.

ПОЛУПРОВОДНИК - вещество (элемент, например, кремний, селен или химическое соединение), которое по своей удельной электропроводности занимает промежуточное место между проводниками ($6 \cdot 10^3 \dots 6 \cdot 10^5 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$) и диэлектриками ($10^{-10} \dots 10^{-20} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$) (для нормальной температуры), причем электропроводность сильно зависит от

температуры, при низких значениях приближаясь к изоляторам, при высоких – к проводникам.

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СРЕДЫ - процесс образования объемного дипольного электрического момента среды, происходящий под действием электрического поля или др. факторов.

ПОМЕХА - постороннее электромагнитное колебание различного происхождения, мешающее приему полезного сигнала и точному воспроизведению сообщений.

ПОТЕНЦИОМЕТР (переменный резистор) - элемент электрической цепи, обладающий свойством электрического сопротивления, имеющий подвижный контакт, позволяющий использовать при построении электрических цепей часть его полного сопротивления (часто используется для получения регулируемых вручную делителей напряжения).

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТОТЫ – процесс переноса несущей частоты сигнала на более низкую или более высокую частоту без изменения закона модуляции несущей; преобразование частоты осуществляется в приемниках с помощью устройства, построенного, например, по схеме перемножения колебаний сигнала и гетеродина и имеющего в выходной цепи фильтр, настроенный на частоту преобразованного сигнала.

ПРОВОДИМОСТЬ ОДНОСТОРОННЯЯ - явление, наблюдаемое, в частности, в электрической цепи, содержащей контакт металл-полупроводник (или двух полупроводников) и заключающееся в том, что сопротивление контакта зависит от направления тока при различной полярности приложенного напряжения; сопротивления контакта в прямом и обратном направлении могут отличаться в $10^5 \dots 10^6$ раз; используется при создании выпрямителей переменного тока, детекторов амплитудно-модулированных сигналов и др. нелинейных устройств.

ПРИЁМНИК (радиоприёмник) - устройство, соединяемое с антенной, служащее для выделения полезного сигнала из радиосигналов, регистрируемых антенной, и преобразования его к виду, позволяющему использовать содержащуюся в нем информацию.

ПУЛЬС - периодические толчкообразные колебания («удары») стенки артерии при выбросе крови из сердца при его сокращении.

ПУЛЬСАЦИЯ - ритмическое изменение объема сердца или сосудов и связанное с этим колебательное движение прилегающих тканей.

РАДИО ... - составная часть сложных слов, указывающая на их отношение к радиотехнике.

РАДИОВОЛНА - электромагнитная волна с частотой до 3 ТГц.

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ - процесс излучения электромагнитных волн; энергия, переносимая излучаемыми радиоволнами.

РАДИОКАПСУЛА (радиопиллюля) - заглатываемый миниатюрный радиопередатчик, совмещенный с датчиками pH, температуры, давления и др.

РАДИОТЕХНИКА - область науки и техники, связанная с созданием систем и устройств, основанных на использовании электромагнитного поля (радиоволн) для передачи, приема и преобразования информации.

РАДИОСИГНАЛ (радиочастотный сигнал) - сигнал в виде радиоизлучения; сигнал в электрической цепи на частоте радиоизлучения.

РАДИОСТАНЦИЯ - один или несколько радиопередатчиков или приёмников, или комбинация радиопередатчиков и приёмников, сосредоточенных в определённом месте с целью организации радиослужбы.

РАЗРЯД ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ - быстропротекающий процесс прохождения электрического тока в среде (например, в воздухе) за счёт накопления электрических зарядов на электродах разрядника при самопроизвольном (или искусственном) увеличении проводимости среды.

РЕЗИСТОР - элемент электрической цепи, основным свойством которого является его электрическое сопротивление.

РЕЗОНАНС - явление сильного возрастания амплитуды колебания системы (например, напряжение в электрической цепи) при приближении частоты внешнего воздействия к частоте собственных колебаний системы.

РЕЗОНАТОР - система (например, электрическая цепь – колебательный контур), в которой может возникать явление резонанса.

РЕЛАКСАЦИЯ - 1) расслабление скелетной мускулатуры; 2) снятие психического напряжения.

РЕЛЕ – устройство, содержащее слаботочный электромагнит с притягиваемым якорем, механически соединённым с контактной группой. При пропускании слабого тока через обмотку электромагнита его якорь притягивается, контакты замыкаются и включают цепь более мощного источника тока.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ - получение рентгеновского изображения на светочувствительном материале.

РЕНТГЕНОСКОПИЯ (флюороскопия) - получение рентгеновского изображения на флюоресцирующем экране.

РЕТРАНСЛЯЦИЯ - способ связи на больших расстояниях с помощью установки по трассе связи промежуточных пунктов, осуществляющих приём сигналов, их усиление и передачу от одного пункта к другому.

РЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ - лечение, основанное на раздражении определенных зон поверхности тела (биологически активных точек); включает иглоукалывание, аурикулотерапию, электропунктуру и др.

РЕЦЕПТОР - нервное окончание или нервная клетка, преобразующие воспринимаемое раздражение в нервные импульсы.

САМОИНДУКЦИЯ - явление наведения ЭДС в каком-либо контуре при изменении тока, протекающего по этому же контуру.

СВЕТОДИОД - полупроводниковый диод, преобразующий электрическую энергию в энергию оптического излучения на основе явления электролюминисценции.

СИГНАЛ - изменяющаяся физическая величина, однозначно отображающая сообщение.

СИМПТОМ - признак болезни.

СИНАПС - структура, обеспечивающая передачу нервного импульса.

СИНДРОМ (симптомокомплекс) - совокупность симптомов, объединенных общим патогенезом.

СИСТЕМА - совокупность взаимосвязанных средств, объединенных общими, целенаправленными правилами взаимодействия.

СКАНИРОВАНИЕ - управляемое перемещение пучка или детектора излучения для последовательного изучения различных участков тела или органов.

СКОРОСТЬ КРОВОТОКА - скорость движения крови в кровеносном сосуде, определяемая как отношение объемной скорости кровотока к площади поперечного сечения сосуда.

СКРИНИНГ - массовое обследование населения для выявления лиц с определенной болезнью.

СЛУХОВОЙ АППАРАТ - усилитель звука для индивидуального применения при ослаблении слуха.

СОЛЕНОИД - многовитковая катушка, проявляющая сильные магнитные свойства при протекании через обмотку электрического тока.

СООБЩЕНИЕ - форма представления информации для её передачи, хранения, обработки или непосредственного использования.

СПЕКТР - совокупность составляющих, на которые может быть разложен сложный процесс.

СТАЦИОНАР - подразделение лечебного учреждения для обследования и лечения больных в условиях круглосуточного их пребывания под медицинским наблюдением.

СТЕНТ - полый трубчатый протез, расширяющий просвет коронарного или другого кровеносного сосуда или трубчатого органа.

СТИМУЛ - раздражитель, вызывающий усиление деятельности организма, отдельного органа или ткани.

СТИМУЛЯЦИЯ - раздражение, приводящее к изменению (обычно к усилению) деятельности организма, отдельной системы, отдельного органа или ткани.

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЙ ПРИЕМ – метод, используемый при построении радиоприемников, основанный на преобразовании частоты принимаемого сигнала в частоту, называемую промежуточной, на которой осуществляется основная частотная селекция и усиление сигнала в приемнике.

СФИГМОГРАФИЯ - исследование гемодинамики путем регистрации пульсовых колебаний стенок артерий.

СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ - графическое изображение электрических цепей, содержащее условные обозначения элементов цепей и показывающее связи этих элементов между собой.

СЦИНТИГРАФИЯ (радиоизотопное исследование) - радиоизотопная визуализация распределения радиофармацевтического препарата в организме или в органе.

ТАХИКАРДИЯ - повышенная частота сердечных сокращений (более 100 ударов в минуту).

ТЕЛЕВИДЕНИЕ - область техники, связанная с передачей и приемом изображений объектов со звуковым сопровождением или без него по каналам связи.

ТЕЛЕГРАФ - система связи, обеспечивающая быструю передачу и приём сообщений с помощью сигналов (оптических, электрических и др.) на больших расстояниях с использованием технических средств.

ТЕЛЕКАМЕРА - устройство, преобразующее световой поток от передаваемого изображения в видеосигнал.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА - «дистанционная медицина»; диагностика, лечение и обучение врачей и медсестер на расстоянии от больного, с помощью телекоммуникационной техники.

ТЕЛЕФОН – 1)устройство преобразования электрических колебаний в звуковые, воспринимаемые ухом человека; телефон обладает свойством обратимости, т.е. преобразования звуковых колебаний в переменный электрический ток, передаваемый по линии; 2)система передачи речи на расстояние.

ТЕРАПИЯ (лечение) - 1)общее название различных мероприятий, направленных на восстановление здоровья; 2)лечение больного в основном консервативными методами; 3)внутренние болезни как предмет изучения.

ТЕРМОГРАММА - 1)кривая изменений температуры тела во времени; 2)изображение распределения инфракрасного излучения кожи на экране тепловизора.

ТЕРМОСТАТ - аппарат для создания и поддержания в замкнутом объеме заданной температуры.

ТЕСТ - проба, анализ (в научных, диагностических и других медицинских исследованиях).

ТОНОМЕТРИЯ - измерение внутриглазного давления.

ТРАНЗИСТОР - полупроводниковый прибор с двумя или более р-п переходами и тремя или более выводами, предназначенный для усиления, генерирования и преобразования электрических сигналов.

ТРАНСФОРМАТОР - электрическое устройство, предназначенное для преобразования переменного напряжения одной величины в переменное напряжение другой величины, основанное на явлении электромагнитной индукции в обмотках, связанных общим переменным магнитным потоком.

ТРИОД - трехэлектродный электронный усилительный прибор, например лампа, содержащая катод, сетку и анод.

УДАРНЫЙ ОБЪЕМ СЕРДЦА (систолический объем, сердечный выброс) - объем крови (в мл), выбрасываемый желудочком сердца за одну систолу.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТЕРАПИЯ - воздействие на определенные участки тела энергией механических колебаний с частотой выше 20 кГц.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (УЗИ) - метод изобразительной диагностики и лечения с использованием ультразвука - упругих колебаний физической среды с частотой более 20 кГц, не слышимых человеком.

УСИЛИТЕЛЬ - устройство, предназначенное для увеличения напряжения, тока или мощности сигнала, подведенного к его входу за счёт использования энергии вспомогательного источника (источника питания).

ФИЗИОЛОГИЯ - медико-биологическая наука, изучающая жизнедеятельность целостного организма и его частей: систем, органов, тканей, клеток.

ФИЗИОТЕРАПИЯ - область клинической медицины, изучающая лечебные свойства природных и искусственных факторов и применение их для лечения и профилактики болезней.

ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА - степень интенсивности и продолжительности мышечной работы.

ФИЛЬТР – программно–реализуемое средство (при цифровой обработке сигналов) или электрическая цепь (при аналоговой обработке), коэффициент передачи которой на определенной частоте (или в полосе частот) меньше или больше, чем на всех других частотах.

ФЛЕБОГРАФИЯ - контрастная рентгенография вен.

ФЛЮОРОГРАФИЯ - фотографирование рентгеновского изображения с просвечивающего экрана.

ФОНЕНДОСКОП - прибор для аускультации.

ФОТОДИОД - полупроводниковый прибор со структурой диода, представляющий собой фотогальванический приемник излучения без внутреннего усиления.

ХИРУРГИЯ - область клинической медицины, изучающая болезни и травмы, для лечения которых применяются оперативные методы.

ХОЛТЕРОВСКОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ (син. суточное мониторирование) - постоянная запись электрокардиограмм (в течение суток) с помощью портативного прибора, закрепленного на теле больного.

ЦЕПЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ - совокупность соединенных определенным образом элементов, устройств и объектов, образующих путь для прохождения электрического тока.

ШПРИЦ - полый градуированный цилиндр с поршнем для нагнетания или отсасывания жидкостей через иглу или катетер.

ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНАЯ УДАРНО-ВОЛНОВАЯ ЛИТОТРИПСИЯ - метод дробления мочевых камней снаружи, без нарушения целостности кожи и тканей, под ультразвуковым или рентгеновским контролем.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СЕРДЦА (кардиостимуляция) - ритмичное возбуждение миокарда воздействием электрических импульсов от электрокардиостимулятора.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД - источник электрического поля, связанный с материальным носителем; физическая величина, определяющая интенсивность взаимодействия заряженных объектов.

ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОР - источник высокочастотного тока для выделения и резания тканей и для остановки кровотечений.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ - функциональное исследование сердца, основанное на графической регистрации изменения разности потенциалов, возникающих, например, на поверхности тела человека и обусловленных электрическим полем сердца.

ЭЛЕКТРОМАГНИТ - устройство, которое может быть выполнено в виде катушки с обмоткой из проволоки (чаще всего медной, покрытой слоем изоляции), имеющей сердечник из магнитного материала (например, мягкого железа); при протекании постоянного электрического тока через катушку сердечник намагничивается.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ - явление возбуждения в окружающем пространстве электрического поля при изменении магнитного поля во времени, в частности, при изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутый контур, в цепи контура возникнет индукционный ток.

ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ - графическая регистрация биопотенциалов скелетных мышц.

ЭЛЕКТРОНИКА - наука о взаимодействии электронов с электромагнитными полями и о методах создания на этой основе приборов, используемых для обработки, передачи, хранения, воспроизведения и использования информации.

ЭЛЕКТРООКУЛОГРАФИЯ - регистрация постоянного потенциала глаза.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ - свойство вещества проводить не изменяющийся во времени электрический ток под действием не изменяющегося электрического поля.

ЭЛЕКТРОПУНКТУРА - рефлексотерапия путем воздействия электротока на биологически активные точки.

ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАФИЯ - графическое выражение электрической активности сетчатки в ответ на световое раздражение.

ЭЛЕКТРОСКОП - один из первых приборов для обнаружения электрических зарядов; выполненный, например, в виде стержня, на конце которого укреплены лёгкие металлические полоски; при сообщении стержню электрического заряда полоски, как заряженные одноименно, отталкиваются и расходятся относительно друг друга на определённый угол, характеризующий величину сообщенного заряда.

ЭЛЕКТРОСОН - сон, вызываемый воздействием на головной мозг слабым импульсным током низкой частоты.

ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ - раздражение органов или тканей импульсами тока с диагностической или лечебной целью.

ЭЛЕКТРОФОРЕЗ - перемещение электрически заряженных частиц дисперсной фазы в дисперсной среде под действием внешнего электрического поля.

ЭНДОСКОПИЯ - метод визуального исследования полостей тела и внутренних органов с помощью эндоскопов.

ЭНДОСКОПЫ - гибкие или жесткие диагностические и лечебные приборы с оптикой на дистальном конце, которые вводят в полости тела и органы для прямой визуализации их строения, патологических изменений и для выполнения лечебных манипуляций.

ЭТАЛОН - образцовая мера (или прибор), служащая для воспроизведения, хранения и передачи единицы измерения с наивысшей, достижимой при данном состоянии науки и техники, точностью.

ЭХОГРАФИЯ - анализ отражасмых от тканей ультразвуковых импульсов с изображением на экране плотности этих тканей.

ЭХОКАРДИОГРАММА - кривая колебаний интенсивности ультразвуковых волн, отраженных от сердца.

3. БИОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

АМПЕР Андре Мари (22.I 1775-10.VI 1836) - французский физик, математик и химик, член Парижской АН (1814). Р. в Лионе. Получил домашнее образование. В 1805 - 24 работал в Политехнической школе в Париже (с 1809-профессор), с 1824 - профессор Коллеж де Франс.

Основные физические работы посвящены электродинамике. В 1820 сформулировал правило для определения направления действия магнитного поля тока на магнитную стрелку (правило Ампера), осуществил большое количество экспериментов по исследованию взаимодействия между электрическим током и магнитом, сконструировав для этого множество приборов, обнаружил влияние магнитного поля Земли на движущиеся проводники с током. Открыл взаимодействие электрических токов и установил закон этого взаимодействия (закон Ампера), разработал теорию магнетизма (1820). Согласно его теории все магнитные взаимодействия сводятся к взаимодействию скрытых в телах так называемых круговых электрических молекулярных токов, каждый из которых эквивалентен плоскому магниту - магнитному листку (теорема Ампера). По Амперу, большой магнит состоит из огромного количества таких элементарных плоских магнитов. Таким образом. Ампер впервые указал на тесную «генетическую» связь между электрическими и магнитными процессами и последовательно проводил чисто токовую идею происхождения магнетизма. Открыл (1822) магнитный эффект катушки с током соленоида, сделал вывод, что соленоид, обтекаемый током, является эквивалентом постоянного магнита. выдвинул идею усиления магнитного поля путем помещения внутрь соленоида железного сердечника из мягкого железа. В 1820 предложил использовать электромагнитные явления для передачи сигналов. Изобрел коммутатор, электромагнитный телеграф (1829). Сформулировал понятие «кинематика». Исследования относятся также к философии и ботанике.

Член многих академий наук, в частности Петербургской АН (1830).

АНОХИН Петр Кузьмич (р.14(26).I.1898) - советский физиолог, академик АН СССР (1966), действительный член АМН СССР (1945). Окончил Ленинградский институт медицинских знаний (1926). С 1921 работал в институте мозга под руководством В. М. Бехтерева, в 1922-30 в Военно-медицинской академии в лаборатории И. П. Павлова. В 1930-34 профессор кафедры физиологии Горьковского медицинского института. В 1934-44 заведующий отделом Всесоюзного института экспериментальной медицины в Москве. В 1944-1950 в Институте физиологии АМН СССР (с 1946 директор). С 1950 руководитель Нейрофизиологической лаборатории АМН СССР, а затем и заведующий отделом нейрофизиологии Института нормальной и патологической физиологии АМН СССР. С 1936 преподаёт в вузах Москвы, с 1955 заведующий кафедрой. Основные работы посвящены изучению деятельности целого организма и особенно головного мозга на основе разработанной им теории функциональной системы. Применения этой теории к эволюции функций дало возможность А. сформулировать понятие системогенеза как общей закономерности эволюционного процесса. Награжден золотой медалью им. И. П. Павлова (1968), 3 орденами, а также медалями.

Д'АРСОНВАЛЬ Жак Арсен (8.VI 1851 - 31.XII 1940) - французский физиолог и физик, член АН в Париже (1894) и Национальной академии медицины (1888). С 1882 возглавлял лабораторию биофизики, а с 1894 - кафедру экспериментальной физиологии Коллеж де Франс. Изучая действие переменных токов на биологические объекты, Д 'А. установил (1891), что токи высокой частоты способны проходить через животный организм, не вызывая видимых, раздражающих тканей явлений, но оказывая различные физиологические эффекты в зависимости от способа применения и характера этих токов. Исследования Д'А. имели большое значение для разработки методов электролечения (дарсонвализация). Д'А. связал в исследованиях физиологический эксперимент с тонким физическим анализом, что способствовало развитию новой области биологии - биофизики. Он ввёл в практику физиологических исследований ряд приборов и аппаратов: калориметр, термоэлектрическую иглу, гальванометр с подвижной рамкой и др.

БАРЛОУ Питер (13.X 1776-1.11.1862) - английский физик и математик, член Лондонского королевского об-ва (с 1823). Р. в Норвиче. Образование получил самостоятельно. С 1801 преподавал в Королевской военной академии в Вулвиче.

Физические работы относятся к магнетизму, оптике. Исследовал земной магнетизм, изучал влияние железа на показания корабельного компаса и предложил метод его корректировки. Провел пионерские исследования сопротивления металлов, дерева, камня, цемента. Работал над созданием ахроматических линз объективов, построил линзу из флинт- и кронгласса (лиanza Барлоу). Сконструировал (1820) раннюю модель электрического мотора (колесо Барлоу). Экспериментально подтвердил постоянство силы тока во всей цепи. Подготовил так называемые математические «таблицы Барлоу».

Член Парижской (1828) и Петербургской АН (1826). Медаль Копли (1825).

БЕРГ Аксель Иванович (29.10 (10.11). р.1893) - советский радиотехник, инженер-адмирал, академик АН СССР (1946), член-корреспондент (1943), Герой Социалистического Труда (1963). В 1914 окончил Морской корпус. В качестве штурмана подводной лодки принимал участие в 1-й мировой войне 1914-18, в период Гражданской войны - командир подводной лодки. В 1922 Б. присвоено звание "Герой труда отдельного дивизиона подводных лодок". В 1923 окончил Военно-морское инженерное училище, в 1925 Военно-морскую академию в Ленинграде. В 1924-43 преподавал в Ленинграде в высших учебных заведениях (с 1930 профессор). В 1943-44 заместитель наркома электропромышленности, в 1943-47 заместитель председателя Совета по радиолокации, в 1953-57 заместитель министра обороны.

Автор работ по электронным ламповым генераторам, радиоприёмникам, радиопеленгованию, стабилизации частоты и самовозбуждению генераторов, по радиолокации и др. Б. выдвинул и разработал ряд проблем, имеющих важное значение для развития радиоэлектроники и для обороны страны. По его инициативе и под его руководством создан ряд научно-исследовательских институтов и заводов. Являясь (с 1959) председателем Научного совета по комплексной проблеме "Кибернетика" при Президиуме АН СССР, Б. возглавляет координацию исследований в стране в этой области. Одним из первых обратил внимание на развитие исследований в области биотехнических систем.

Награжден 3 орденами Ленина, 6 др. орденами, а также медалями. За работы по радиотехнике награжден АН СССР в 1951 золотой медалью им. А. С. Попова.

БИО Жан Батист (21 IV 1774 - 3.11 1862) - французский физик, член Парижской АН (1803). Р. в Париже. Окончил Политехническую школу (1797). С 1800 - профессор Коллеж де Франс, в 1808 - 49 - Парижского ун-та.

Работы посвящены оптике, электромагнетизму, акустике, истории науки. Определял скорость звука в твердых телах (1809,1823). В 1811 открыл поляризацию при преломлении (независимо от Э. Малюса), в 1815 - круговую поляризацию (независимо от Д. Араго и Д. Брюстера) Исследовал поляризационные свойства многих веществ. Обнаружил оптическую активность некоторых жидкостей (в частности, в 1815 у скипидара), установив, что они обладают способностью вращать плоскость поляризации. Открыл закон вращения плоскости поляризации света (закон Био) и установил существование право- и левовращательных веществ (1815). Исследования Био вращения плоскости поляризации света в кристаллах и органических веществах положили начало сахарометрии (1836). В 1820 вместе с Ф Саваром открыл закон, определяющий напряжённость магнитного поля прямого тока (закон Био - Савара). Совместно с Араго выполнил измерения плотности и показателя преломления различных газов (1806). Переоткрыл (1814) поляризационные свойства турмалина. Автор широко известного в своё время курса физики.

Член Лондонского королевского об-ва (1815), Петербургской АН (1819). Медаль Б. Румфорда (1840).

БОТКИН Сергей Петрович (5(17).IX 1832 - 12(24).XII 1889) - русский врач-терапевт, основоположник физиологического направления в клинической медицине, общественный деятель. Родился в семье крупного часторговца. Большое влияние на Б. имели его брат В. П. Боткин, а также Т. Н. Грановский и участник герценовского кружка 40-х гг. профессор-медик П. Л. Пикулин. В 1855 Б. окончил медицинский факультет Московского университета; с 1861 профессор терапевтической клиники Медико-хирургической академии в Петербурге. В 1855 с отрядом Н. И. Пирогова участвовал в Крымской кампании; в 1877 во время русско-турецкой войны около 7 месяцев провёл на балканском фронте. Один из основоположников научной клинической медицины. Впервые в России создал экспериментальную лабораторию, где исследовал физиологическое и фармакологическое действие лекарственных веществ. Изучая развитие в организме патологических процессов (аневризма аорты, нефрит, трофические изменения кожи и др.), воспроизводил их на животных. В своих воззрениях, которые складывались под влиянием русской классической философии, исходил из материалистического понимания организма как целого, находящегося в неразрывной связи с окружающей средой и управляемого нервной системой. Создал новое направление в медицине, названное И. П. Павловым первизмом. Б. первым высказал мысль о специфичности строения белка в различных органах; установил инфекционный характер заболевания - вирусного гепатита, известного ранее под названием "катаральная желтуха"; разработал диагностику и клинику блуждающей почки. Выступал активным борцом за равноправие женщин. В 1872 участвовал в организации женских врачебных курсов. В 1861 открыл при своей клинике первую в истории клинического лечения больных бесплатную амбулаторию. В 1878 был избран председателем Общества русских врачей в

память Н. И. Пирогова и оставался на этом посту до конца жизни. Впервые в России добился постройки бесплатной больницы, открытой в 1880 (Александровская барачная больница, ныне больница им. С. П. Боткина). Ввёл институт санитарных врачей, разработал мероприятия по улучшению санитарного состояния и снижению смертности в России (1886). Среди учеников Б. 85 докторов наук, в том числе А. А. Нечаев, М. В. Яновский, Н. Я. Чистович, И. П. Павлов, А. Г. Полотебнов, Т. П. Павлов, Н. П. Симановский.

БРАНЛИ Эдуард (23.X 1844-24.III 1940) - французский физик, член Парижской АН (1911). Р. в Амьене. Окончил Нормальную школу (1865). В 1873 получил степень доктора наук, а в 1882 - доктора медицины. В 1875 - 97 - профессор физики, а 1897 - 1916 - профессор медицины в Католическом ун - те в Париже.

Научные исследования в области электромагнитных волн, ультрафиолетовых лучей электропроводности и газов, беспроводной телеграфии. Изобрёл (1890) когерер - стеклянную трубку с насыпанными в нее металлическими опилками - и показал, что он становится проводящим под действием электромагнитных колебаний. Когерер Бранли был использован А. С. *Поповым* в его приемнике.

ВЕБЕР Вильгельм Эдуард (24. X 1804-23.V 1891) - немецкий физик, чл.-кор. Берлинской АН (1834). Р. в Виттенберге. Окончил ун-т в Галле (1826). Был профессором ун-тов в Галле (1828-31), Гёттингене (1831-37 и с 1849) и Лейпциге (1843-49).

Основные работы посвящены электромагнетизму. Совместно с К. Гауссом построил, в 1833 первый в Германии электромагнитный телеграф. Разработал теорию электродинамических явлений и установил закон взаимодействия движущихся зарядов, выдвинул идею сверхлёгкой частицы (1848). В 1846 указал на связь силы тока с плотностью электрических зарядов и скоростью их упорядоченного перемещения. Совместно с Р. Кольтраушем в 1856 определил скорость света, исходя из соотношения заряда конденсатора в электростатических и магнитных единицах. Автор теории элементарных магнитов - магнитных диполей (1854) и гипотезы о прерывности электрического заряда (1848). Построил первую электронную модель атома, дав его планетарную структуру (1871).

Работы относятся также к акустике, теплоте, молекулярной физике, земному магнетизму. Совместно с братом Э. Вебером выполнил экспериментальное исследование волн на воде и воздухе. Наблюдал интерференцию звука (1826), выдвинул идею записи звука (1830). Открыл (1835) упругое последствие. Изобрел ряд физических приборов, в частности электродинамометр (1848).

Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci) (1452 - 1519), итальянский живописец, скульптор, архитектор, ученый, инженер. Сочетая разработку новых средств художественного языка с теоретическими обобщениями, создал образ человека, отвечающий гуманистическим идеалам Высокого Возрождения. В росписях ("Тайная вечеря", 1495 - 1497, трапезная монастыря Санта-Мария делье Грацие в Милане), религиозных картинах ("Мадонна в скалах", 1483 - 94 и около 1497 - 1511), портретах (так называемая Джоконда, 1503) высокое этическое содержание выражено в строгих закономерностях композиции, ясной системе жестов и мимики персонажей. Леонардо да Винчи принадлежат многочисленные открытия, проекты и исследования, намного опередившие эпоху: проекты

гидроканалов и ирригационных систем, металлургических печей, прокатных станов, ткацких станков, землеройных и других машин, подводной лодки и танка, летательных аппаратов и парашюта. Рассматривая организм как образец "природной механики", впервые описал ряд костей и нервов, высказал новаторские предположения о работе мышц; занимался экспериментированием по удалению органов у животных, исследовал движение соков и другие физиологические процессы у растений. Был близок к созданию гелиоцентрической системы. Сохранились записные книжки и рукописи (около 7 тыс. листов).

ВОЛЬТА *Алессандро* (18. II 1745 - 5. III 1827) - итальянский физик, химик и физиолог, изобретатель источника постоянного электрического тока. Р. в Комо. Учился в школе ордена иезуитов, но ещё в ранние годы увлёкся естественными науками. В 1774 - 79 преподавал физику в гимназии в Комо, с 1779 - профессор Павийского ун - та, в 1815 - 19 - директор философского факультета Падуанского ун - та.

Физические исследования в области электричества. Заинтересовавшись опытами *Л. Гальвани* с «животным» электричеством в 1792 начал их повторять и вскоре пришёл к выводу, что причиной появления кратковременного электрического тока в мышцах лягушек является не свойственное им «животное» электричество, как считал Гальвани, а наличие цепи из проводников двух классов (двух разнородных металлов и жидкостей). После длительных экспериментов для усиления эффектов, возникающих при соединении нескольких разнородных проводников, сконструировал в конце 1799 первый источник длительного гальванического (электрического) тока - вольтов столб. Первый вольтов столб состоял из 20 пар медных и цинковых кружочков, разделённых суконными кружочками, смоченными солёной водой. Открыл (1795) также взаимную электризацию разнородных металлов при их контакте (контактное электричество) и разместил металлы в так называемый ряд напряжений (1801). Объяснил гальваническую поляризацию элементов. Построил смоляной электрофор (1775), чувствительный электроскоп с соломинками (1781), конденсатор (1783), электрометр и другие приборы, описал проект телеграфа. Исследовал также тепловое расширение воздуха, наблюдал (1790) диффузию. Установил проток пламени (1787). Обнаружил метан (1776).

Член Лондонского королевского об - ва и Парижской АН. Медаль Копли (1794).

ГАЛИЛЕЙ *Галилео* (15. II 1564 - 8. I 1642) - итальянский физик, родился в городе Пизе в знатной, но обедневшей семье. Его отец Винченцо Галилей был талантливым музыкантом и композитором, но искусство не давало средств к существованию, и он прирабатывал торговлей сукном.

До одиннадцати лет Галилей жил в Пизе и учился в школе, а затем вместе с семьёй переехал во Флоренцию. Здесь он продолжил образование в монастыре бенедиктинцев, где изучал грамматику, арифметику, риторику и другие предметы.

В семнадцать лет Галилей поступил в Пизанский университет и стал готовиться к профессии врача. Из-за стесненного материального положения ему пришлось бросить университет и вернуться во Флоренцию. Здесь Галилей занялся изучением математики и физики. В 1586 году он написал свою первую научную работу "Маленькие гидростатические весы". В 1589 году Галилей получил кафедру математики в Пизанском университете, где преподавал математику и

астрономии. К этому времени относятся опыты, которые он ставил, бросая различные тела с наклонной Пизанской башни, чтобы проверить, падают ли они в соответствии с учением Аристотеля - тяжелые быстрее, чем легкие. Ответ получился отрицательный.

В работе "О движении" (1590) учение Аристотеля Галилей подверг критике, что восстановило против него сторонников древнегреческого ученого. Поэтому Галилей принял приглашение занять кафедру математики в Падуанском университете без колебаний.

Падуанский период - самый плодотворный и счастливый в жизни Галилея. Здесь он обрел семью, связав свою судьбу с Мариной Гамба.

С 1606 года Галилей занимается астрономией.

Ученый создал телескоп с увеличением в 32 раза. В ночь на 7 января 1610 года он направляет телескоп на небо. То, что он увидел там - лунный пейзаж, горные цепи и вершины, - приводило к мысли о том, что Луна похожа на Землю, - факт, свидетельствующий против религиозных догм и учения Аристотеля об особом положении Земли среди небесных тел. Галилей открыл четыре спутника Юпитера, что тоже не соответствовало учению Аристотеля. Он установил, что Солнце вращается вокруг своей оси. На основании наблюдений Галилей сделал вывод, что вращение вокруг оси свойственно всем небесным телам и что гелиоцентрическая система мира, предложенная Коперником, является единственно верной.

В марте 1610 года увидел свет его труд под названием "Звездный вестник", принесший ученому европейскую славу. Тосканский герцог Козимо II Медичи предложил Галилею занять должность придворного математика. Ученый принял предложение. Имея могущественного покровителя, Галилей смелее пропагандирует учение Коперника. Клерикальные круги встревожены. В 1616 году одиннадцать видных богословов рассмотрели учение Коперника и пришли к выводу о его ложности. Оно было объявлено еретическим, а книга Коперника "Об обращении небесных сфер" внесена в индекс запрещенных книг.

Галилея вызвали из Флоренции в Рим и потребовали прекратить пропаганду еретических представлений об устройстве мира. Галилей был вынужден подчиниться.

В 1632 году вышла в свет его книга "Диалог о двух главнейших системах мира - птолемеевой и коперниковой". Книга написана в форме диалога между двумя сторонниками Коперника и одним приверженцем Аристотеля и Птолемея. Каждый из собеседников старается понять точку зрения другого, допустив ее справедливость. Санкции последовали незамедлительно. Продажу "Диалога" запретили, а Галилея вызвали в Рим на суд.

Следствие тянулось с апреля по июнь 1633 года, а 22 июня в той же церкви, почти на том же самом месте, где Джордано Бруно выслушал смертный приговор, Галилей, стоя на коленях, произнес предложенный ему текст отречения. В последние годы жизни ему пришлось работать в тяжелейших условиях. На своей вилле в Арчетри он находился под домашним арестом (под постоянным надзором инквизиции).

Два года Галилей пишет "Беседы и математические доказательства...", где излагает основы динамики. В мае 1636 года ученый ведет переговоры об издании своего труда в Голландии, а затем тайно переправляет туда рукопись. "Беседы" выходят в свет в Лейдене в июле 1638 года, а в Арчетри книга попадает почти

через год - в июне 1639 года. К тому времени ослепший Галилей мог лишь ощупать свое детище руками.

Только в ноябре 1979 года папа римский Иоанн-Павел II официально признал, что инквизиция в 1633 году совершила ошибку, силой вынудив отречься ученого от теории Коперника.

ГАЛЬВАНИ Луиджи (9.IX 1737 - 4.XII 1798) – итальянский физик и физиолог. Р. в Болонье. Окончил Болонский ун-т (1759), с 1775 - профессор этого ун-та.

Начал в 1773 анатомическое исследование движений мышц лягушек, а в 1780 провел на них свои первые электрофизиологические опыты. После 11 лет исследований и экспериментов, которые привели его к открытию (1786) в ткани лягушки кратковременных импульсов электрического тока, или, как он назвал, животного электричества, опубликовал в 1791 свои результаты в «Трактате о силах электричества при мышечном движении». Гальвани заметил, что если соединить металлическим проводником мышцы и нервы только что убитой и препарированной лягушки, сразу же происходит сокращение ее мышц. Сокращения становятся более сильными и длительными, если проводник состоит из двух разнородных металлов, например железа и меди или серебра. И Гальвани сделал вывод, что сокращения мышц лягушки обусловлены возникновением в них электрического тока. Однако причину этого Гальвани видел в наличии в каждом животном так называемого собственного животного электричества и разработал его теорию, согласно которой мышцы и нервы образуют что-то подобное «обкладке» лейденской банки, а металлический проводник служит разрядником, вызывающим разряд. Ошибку Гальвани вскоре исправил А. Вольта, доказавший, что электрические токи в опытах Гальвани возникали вследствие соединения металлических проводников с животными тканями.

Гальвани - один из основоположников учения об электричестве, его опыты с «животным» электричеством положили начало новому научному направлению - электрофизиологии.

ГАУСС Карл Фридрих (30.IV 1777-23.II 1855) - немецкий математик, астроном и физик. Р. в Брауншвейге. Учился в 1795 - 98 в Гёттингенском ун-те, с 1807 - профессор этого ун-та и директор астрономической обсерватории.

Исследования посвящены многим разделам физики. В 1832 создал абсолютную систему мер, введя три основных единицы: единицу времени - 1 с, единицу длины - 1 мм, единицу массы - 1 мг, и в 1833 совместно с В. Вебером построил первый в Германии электромагнитный телеграф. В 1839 в сочинении «Общая теория сил притяжения и отталкивания, действующих обратно пропорционально квадрату расстояния», изложил основы теории потенциала, в частности ряд положений и теорем, например основную теорему электростатики (теорема Гаусса - Остроградского). В 1840 в работе «Диоптрические исследования» разработал теорию построения изображений в сложных оптических системах. Еще в 1845 пришел к мысли о конечной скорости распространения электромагнитных взаимодействий. Изучал земной магнетизм, изобрел в 1837 униполярный магнитометр, в 1838 - бифилярный. В 1829 сформулировал принцип наименьшего принуждения (принцип Гаусса). Один из первых высказал в 1818 предположение о возможности существования неевклидовой геометрии.

Член Лондонского королевского об-ва (1804), Парижской АН (1820) и

Петербургской АН (1824).

ГЕНРИ Джозеф (17. XII 1797-13.V 1878) - американский физик, член Национальной АН, ее президент (1866-78). Р. в Олбани, где учился в Академии (1819 - 22) и впоследствии работал. В 1832 - 46 - профессор Принстонского колледжа, с 1846 - директор Смитсоновского ин-та. Работы посвящены электромагнетизму. Первый сконструировал мощные подковообразные электромагниты (1828), применив многослойные обмотки из изолированной проволоки (грузоподъемность их достигала одной тонны), открыл в 1831 принцип электромагнитной индукции. Построил электрический двигатель (1831), обнаружил (1832) явление самоиндукции и экстратоки, установил причины, влияющие на индуктивность цепи. Изобрел электромагнитное реле. Построил телеграф, действующий на территории Принстонского колледжа, установил в 1842 колебательный характер разряда конденсатора.

Был одним из организаторов Американской ассоциации развития наук (в 1849 - президент) и философского об-ва в Вашингтоне (с 1871 — президент).

ГЕРИКЕ Отто фон (20.XI 1602 - 11.V 1686) - немецкий физик. Родился в Магдебурге. В 1617-23 учился в Лейпцигском, Гельмштадском, Йеском и Лейденском университетах. В 1646-48 - бургомистр Магдебурга. Изобрел в 1641 воздушный насос и усовершенствовал его, осуществил ряд опытов: продемонстрировал в 1654 существование давления воздуха (опыты с «магдебургскими полушариями»), доказал его упругость, определил плотность, выяснил, что воздух является проводником звука, в пустоте звук не распространяется и т.п. Около 1660 Герике построил одну из первых электростатических машин. Это был шар, который мог вращаться вокруг железного стержня, как вокруг оси. Вращая шар и натирая его ладонями, Герике тем самым электризовал его. С помощью этого прибора изучал электрические явления, в частности обнаружил явление электрического отталкивания, электризацию через влияние и электрическое свечение (наблюдал в темноте свечение наэлектризованного шара). Построил также первый водяной барометр (1657) и использовал его для предсказания погоды, изобрел гигрометр, построил воздушный термометр, манометр (не позже 1662).

Изучал магнитные явления, заметил намагничивание длинных железных предметов, расположенных при ковке в меридиональном направлении. Обратил внимание на уменьшение интенсивности света при отражении. Автор трактата «новые, так называемые магдебургские опыты с пустым пространством» (1672).

ГЕРЦ Генрих Рудольф (22.11 1857-1.1 1894) - немецкий физик. чл.-кор. Берлинской АН (1889). Р. в Гамбурге. Окончил Берлинский ун-т (1880) и был ассистентом у Г. Гельмгольца. В 1885 - 89 - профессор Высшей технической школы в Карлсруэ, с 1889 - Боннского ун-та.

Основные работы относятся к электродинамике, одним из основоположников которой он является, и механике. В 1887 в работе «Об очень быстрых электрических колебаниях» предложил удачную конструкцию генератора электромагнитных колебаний (вibrator Герца) и метод их обнаружения с помощью резонанса (резонатор Герца), впервые разработав таким образом теорию открытого вибратора, излучающего электромагнитные волны в пространстве. Пользуясь вибратором и резонатором, в 1888 экспериментально доказал

существование электромагнитных волн, распространяющихся в свободном пространстве, предсказанных теорией Максвелла. Экспериментируя с электромагнитными волнами, наблюдал их отражение, преломление, интерференцию, поляризацию. Установил, что скорость распространения электромагнитных волн равна скорости света. Опыты Герца имели большое значение для признания теории Максвелла и ее утверждения. Развивая теорию Максвелла, он придал (1890) уравнениям электродинамики симметричную форму, которая хорошо обнаруживала полную взаимосвязь между электрическими и магнитными явлениями (электродинамика Максвелла - Герца). В 1887 наблюдал внешний фотоэффект, заметив, что электрический разряд между двумя электродами происходит сильнее (или при меньшем напряжении), если искровой промежуток (электроды) освещаются светом, богатым ультрафиолетовыми лучами.

Исходя из гипотезы, что эфир полностью захватывается движущимися телами, построил в 1890 общую теорию электромагнитных явлений в движущихся телах (электродинамику движущихся тел). Однако электродинамика Герца противоречила некоторым опытам и со временем была заменена электродинамикой Лоренца.

Исследования Герца посвящены также катодным лучам, теории удара ионизированных тел и т. п. В работе "О прохождении катодных лучей через тонкие металлические слои" (1891) открыл проницаемость металлов для катодных лучей, заложив тем самым основы для изучения катодных лучей и стронция вещества. Построил механику, свободную от понятия силы, которая хотя и была интересной, но малопродуктивной (введение неголономных связей, трактовка механической системы как системы многих измерений с большим числом степеней свободы, принцип кратчайшего пути, или наименьшей кривизны, - принцип Герца).

ГИЛЬБЕРТ Уильям (24.V 1554 - 30.XI 1603) - английский физик. Родился в Колчестере. Учился в Кембридже и Оксфорде. Был придворным врачом королевы Елизаветы. В 1600 издал сочинение «О магните, магнитных телах и большом магните - Земле...», в котором описал свои исследования (более 600 опытов) магнитных и электрических явлений и построил первые теории электричества и магнетизма. Установил, что магнит всегда имеет два полюса - северный и южный и, распилив магнит, никогда нельзя получить магнит только с одним полюсом; что одноименные полюсы отталкиваются, а разноименные притягиваются; что железные предметы под влиянием магнита приобретают магнитные свойства (магнитная индукция); обнаружил явление усиления природного магнетизма с помощью железной арматуры. Изучая магнитные свойства намагниченного ядра с помощью магнитной стрелки, пришел к выводу, что они соответствуют магнитным свойствам Земли, т.е. что последняя является большим магнитом. Исходя из этого, объявил наклонение магнитной стрелки.

Является основоположником науки об электричестве. До 1600 учение об электрических явлениях оставалось практически на уровне знаний Фалеса Милетского, открывшего электрические свойства натертого янтаря. Благодаря Гильберту учение об электричестве обогатилось рядом открытий, наблюдений, приборов. С помощью своего «версора» (первого электроскопа) показал, что способностью притягивать легкие тела (соломинки) обладает не только натертый янтарь, но и алмаз, сапфир, карборунд, опал, аметист, горный хрусталь, стекло,

сланцы, сера, сургуч, каменная соль и др., которые он назвал «электрическими». Заметил также, что пламя уничтожает электрические свойства тел, приобретенные при трении. После Гильберта электрические и магнитные явления изучались очень медленно и на протяжении более чем 100 лет было получено мало нового. Теплоту рассматривал (1590) как движение частиц тела. Выступал с критикой учения Аристотеля и способствовал распространению в Англии идей гелиоцентрической системы Коперника.

ГРЕЙ Стефен (1666 - 15.II 1736) - английский физик, член Лондонского королевского общества (1732). Основные исследования в области электричества. Открыл в 1729 явление электропроводности, установив, что электричество может передаваться от одного тела к другому по металлической проволоке или прядильной нити, но не может передаваться по шелковой нити. Первый разделил все тела на проводники и непроводники электричества. Надежно подтвердил существование явления электростатической индукции, показал, что электрический заряд распределяется по поверхности тела.

ГУК Роберт (18.VII 1635 - 3.III 1703) - английский физик, член Лондонского королевского общества (1663), его секретарь в 1677-1683. Родился на о.Уайт. Учился в Оксфордском университете, где стал ассистентом Р.Бойля. С 1665 - профессор Лондонского университета.

Работы относятся к теплоте, упругости, оптике, небесной механике. Около 1660 вместе с Р.Бойлем усовершенствовал воздушный насос Герике, с Х.Гюйгенсом установил (1665) постоянные точки термометра - точку таяния льда и точку кипения воды. В 1668 показал, что для всех тел точки кипения и плавления постоянны. Высказал (1665) гипотезу о теплоте как роде движения частиц тела. В 1660 открыл закон упругости для твердых тел (закон Гука).

Усовершенствовал (1665) микроскоп, что позволило ему осуществить ряд микроскопических исследований, в частности наблюдать тонкие слои (мыльные пузырьки, масляные пленки и т.п.) в световых пучках, изучать строение растений. Последнее привело к открытию клеточного строения организмов. В работе «Микрография» (1665), основываясь на собственных микроскопических исследованиях, первый описал клетки бузины, укропа, моркови и других растений, причем сам ввел термин «клетка». В «Микрографии» Гук дает также свою теорию цветов, окраску тонких слоев объясняет сложением световых импульсов, отраженных от верхней и нижней поверхностей, распространение света от источника сравнивает с распространением волн на воде от брошенного камня. Положил начало физической оптике. Был активным противником корпускулярной теории света Ньютона, возражал и против того, что белый свет состоит из сумм простых цветов. В 1672 осуществил опыты по дифракции света, аналогичные опытам Ф.Гримальди, придерживался волновой теории света, выдвинул гипотезу о поперечном характере световых волн.

В «Трактате о движении Земли» (1674) высказал идею тяготения и дал свою систему мироздания. В 1680 пришел к выводу, что сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния. Поэтому, после того как И.Ньютон представил в 1686 в Королевское общество рукопись своих «Начал», Гук настаивал на собственном приоритете в открытии закона всемирного тяготения. Однако Ньютон заявил, что ему такая зависимость была известна уже давно и в свое время он сообщил о ней в письме Х.Гюйгенсу.

Автор многочисленных изобретений, в частности, барометра (1665), максимального термометра (1691) и др.

ГЮЙГЕНС Христиан (14.IV 1629 - 8.VII 1695) - голландский физик, механик, математик и астроном. Родился в Гааге. Учился в университетах Лейдена (1645 - 47) и Бреда (1647 - 49). В 1665 - 47 жил в Париже, был избран членом Парижской АН, с 1681 - снова в Гааге.

Физические исследования в области механики, оптики, молекулярной физики. Сконструировал первые маятниковые часы со спусковым механизмом (1656), разработал их теорию (1673) и ряд проблем, связанных с ними. В частности, решил задачу об определении центра колебаний физического маятника и его периода колебаний, установил законы, определяющие центростремительную силу. Исследовал также столкновение упругих тел и вывел его законы (1669), установил законы сохранения количества движения и "живых" сил.

В 1678 в мемуарах, представленных в Парижскую АН, разработал волновую теорию света (опубликована в "Трактате о свете" в 1690). Объясняя механизм распространения света, выдвинул известный принцип, названный его именем (принцип Гюйгенса). Исходя из своей теории света, объяснил ряд оптических явлений. Изучал также двойное лучепреломление и установил некоторые его закономерности, с большой точностью измерил геометрические характеристики исландского шпата, в котором наблюдалось это явление, и обнаружил его в кристаллах кварца. Ввёл понятие "ось кристалла". Открыл в 1678 поляризацию света.

Совместно с Р. Гуком установил (1665) постоянные точки термометра - точку таяния льда и точку кипения воды. Показал (1667), что вода при замерзании расширяется. Работал над усовершенствованием телескопа, в частности объективов, сконструировал окуляр (окуляр Гюйгенса), использующийся и поныне, ввёл диафрагмы. С помощью сконструированного телескопа в 1665 открыл кольцо Сатурна и первый спутник Сатурна - Титан, определил его период вращения вокруг планеты. Разрабатывал так называемую планетарную машину, которая была прообразом планетария, и теорию фигуры Земли. Близко подошёл к открытию закона всемирного тяготения. Первый пришёл к выводу, что Земля сжата возле полюсов, и высказал идею об измерении ускорения силы тяжести с помощью секундного маятника. Значительных результатов достиг в математике.

ДАНИЛЕВСКИЙ Василий Яковлевич (13(25).I 1852 - 25.II 1939) - советский физиолог, академик АН УССР (1926). Окончил Харьковский университет (1874). Профессор Харьковского университета (1883-1909 и 1917-21), Харьковского медицинского института (1921-26). В 1927 организовал в Харькове Украинский научно-исследовательский институт эндокринологии и органотерапии, где работал до конца жизни. Основные работы по физиологии нервной системы; установил наличие в коре головного мозга центров, регулирующих деятельность внутренних органов. Впервые зарегистрировал электрические явления в головном мозге собаки. Описал суммацию электрических раздражений вагуса. Д. был пионером физиологического изучения гипноза у животных и человека. Исследовал действие спермола и оварина на изолированное сердце, влияние инсулина на симпатическую нервную систему. Обнаружил и изучил ряд паразитов крови у птиц.

ДЕЗАГЮЛЬЕ Жан Теофил (12. III 1683 - 29. II 1744) — английский естествоиспытатель, член Лондонского королевского общества (1714). Р. в Ла-Рошеле (Франция). В 1685 переехал в Англию. Окончил Оксфордский ун-т (1709), где и работал.

Исследования в области оптики, механики, электричества, теплоты. Продолжил опыты *С. Грея* по изучению электрических явлений, ввел понятие проводника и непроводника электричества и термин «проводник» (1742). Пытался доказать экспериментально связь между кинетической энергией и скоростью. Ввел (1718) в паровой котёл Папина предохранительный клапан. Сыграл важную роль в пропаганде учения Ньютона в Европе. Изобрёл планетарий.

Член Парижской АН. Медаль Копли (трижды).

ДЕКАРТ Рене (латинизированное имя Картезий) (31.III 1596 - 11.II 1650) - французский философ, физик, математик и физиолог. Родился в местечке Лаэ. Окончил иезуитскую коллегию Ла-Флеш (Анжу), был некоторое время военным, путешествовал. В 1628 - 49 жил в Голландии, в 1649 переехал в Стокгольм, где и умер.

Физические исследования относятся главным образом к механике, оптике и строению Вселенной. Ввел понятие "силы" (меры) движения (количества движения), подразумевая под ним произведение "величины" тела (массы) на абсолютное значение его скорости, сформулировал закон сохранения движения (количества движения), однако толковал его неправильно, не учитывая, что количество движения является векторной величиной. Исследовал также законы удара, впервые четко сформулировал закон инерции (1644). Высказал предположение, что атмосферное давление с увеличением высоты уменьшается. В 1637 выходом в свет "Диоптрики", где содержались законы распространения света, отражения и преломления, идея эфира как переносчика света, объяснение радуги, положил начало оптике как науке. Первый математически вывел закон преломления света (экспериментально этот закон установил около 1621 В.Снеллиус). Дал теорию магнетизма.

Был основоположником картезианства, стремился построить общую картину природы, в которой все физические и другие явления объяснялись бы как результат движения больших и малых частиц, образованных из единой материи. Не имея возможности опираться на достаточный экспериментальный материал, Декарт (и его последователи) злоупотреблял гипотетическими построениями. Основной удар картезианским взглядам нанёс И.Ньютон.

В математике первым ввел в 1637 понятие переменной величины и функции, заложил основы аналитической геометрии. В учении о познании был основоположником рационализма

ДЖОУЛЬ Джеймс Прескотт (24. XII 1818—11. X 1889) - английский физик, один из первооткрывателей закона сохранения энергии, член Лондонского королевского об-ва (1850). Р. в Солфорде. Получил домашнее образование. Первые уроки по физике ему давал Дж. Дальтон, под влиянием которого Джоуль начал свои экспериментальные исследования.

Работы посвящены электромагнетизму, теплоте, кинетической теории газов. Установил в 1841 зависимость количества тепла, выделяемого в проводнике при прохождении через него электрического тока, от величины тока и сопротивления проводника (закон Джоуля - Ленца). В 1843 экспериментально показал, что

теплоту можно получить за счет механической работы, и вычислил механический эквивалент теплоты, дав тем самым опытное доказательство закона сохранения энергии. Исследовал тепловые явления при сжатии и расширении газа, в частности, опытом с расширением разреженного газа показал, что внутренняя энергия идеального газа не зависит от его объема (1845). Совместно с У. Томсоном открыл в 1853—54 явление охлаждения газа при его медленном стационарном адиабатическом протекании через пористую перегородку (эффект Джоуля - Томсона). Построил термодинамическую температурную шкалу, теоретически определил теплоемкость некоторых газов. Теплоту рассматривал как движение частиц. Вычислил скорость движения молекул газа и установил ее зависимость от температуры, давление газа считал результатом ударов частиц этого газа о стенки сосуда (1848). Открыл явление магнитного насыщения ферромагнетиков (1840) и магнитострикцию (1842).

ДОЛИВО-ДОБРОВОЛЬСКИЙ Михаил Иосифович (02.01 1862 -15.XI 1919) - русский физик и электротехник, заложивший основы техники трехфазного тока. Р. в Петербурге. Учился в Рижском политехническом ин-те, за участие в студенческих политических выступлениях был исключен из ин-та без права поступления в высшие учебные заведения России. Окончил Дармштадтское высшее техническое училище (1884) и работал на заводах электротехнической компании Эдисона (Германия), в 1914-18 жил в Швейцарии.

Автор многих открытий и изобретений. Предложил систему из трех однофазных поименных токов, сдвинутых по фазе на 120 градусов (трехфазный ток) и построил первый генератор трехфазного тока с вращающимся магнитным полем (1888). Сконструировал двигатель трехфазного тока с ротором из литого железа, асинхронный короткозамкнутый двигатель (1890), изобрел трансформаторы трехфазного тока (1890), фазометр (1894) и др. Разработал схемы включения генераторов и двигателей «звездой» и «треугольником» и построил в 1891 первую линию электропередачи трехфазного тока длиной около 170 км.

ДОППЛЕР Христиан (30. XI 1803-17. III 1853) - австрийский физик, математик и астроном, член Австрийской АН (1848). Р. в Зальцбурге. Окончил Политехнический ин-т в Вене (1825). В 1829 - 33 - ассистент в Вене, в 1835-47 работал в Праге (с 1841-профессор), в 1847 - 49 - профессор Горной академии в Хемнице, с 1850 - профессор Венского ун-та и директор первого в мире Физического института при ун-те, организованного по его инициативе.

Физические работы в области оптики и акустики. В 1842 теоретически обосновал зависимость частоты звуковых и световых колебаний, воспринимаемых наблюдателем, от скорости движения наблюдателя и источника колебаний (эффект Допплера). Исследования посвящены также aberrации света, теории микроскопа, теории цветов.

ДЭВИ Гемфри (17.XII 1778-29.V 1829) - английский химик и физик, член Лондонского королевского об-ва (1803), президент в 1820 - 27. Р. в Пензансе. Был учеником аптекаря, затем химиком в Пневматическом ин-те (Бристоль), с 1802 - профессор химии Королевского ин-та в Лондоне.

Физические исследования посвящены электричеству и теплоте. Доказал, что электрический ток вызывает разложение кислот и солей. В 1807 получил металлические калий и натрий. Развил водородную теорию кислот, опровергнув

утверждение А. Лавуазье, что каждая кислота должна содержать кислород. От Дэви ведет начало электрохимия. В 1810 с помощью большой электрической батареи, состоящей из 2000 гальванических элементов, продемонстрировал явление электрической дуги, возникавшей между двумя кусками угля, соединенными с полюсами батареи (электрическую дугу еще в 1802 наблюдал В. В. Петров). Установил в 1821 зависимость сопротивления проводника от его длины и поперечного сечения, наблюдал его изменение с изменением температуры. Сконструировал ряд термометров (со ртутью, спиртом, водой). В 1799 получил тепло от трения двух кусков льда, в 1812 высказал предположение о кинетической природе теплоты.

Член Петербургской АН (1826). Медали Конли (1805), Е. Румфорда (1816), Королевская медаль (1827).

ДЮБУА-РЕЙМОН Эмиль (7.XI 1818 - 26.XII 1896) - немецкий физиолог и философ, член Берлинской АН (1851). Профессор Берлинского университета (с 1855). Основные труды по животному электричеству; Д.-Р. доказал его наличие в мышцах, нервах, железах, коже, сетчатке глаза и др. тканях. Открыл физический электротон. Показал, что поперечное сечение нерва электроотрицательно по отношению к его длиннику ("ток покоя"). Установил, что отрицательное колебание "тока покоя" является выражением деятельного состояния ткани. В физиологических и медицинских лабораториях используется предложенная Д.-Р. и носящая его имя аппаратура (индукционные аппараты для раздражения нервов и мышц, неполяризующиеся электроды и др.).

Как философ Д.-Р. был сторонником механистического материализма, а также агностицизма; в отношении познания сущности вещей выдвинул формулу: "не знаем и никогда не узнаем" (*Ignoramus et ignorabimus*). В работе "Семь мировых загадок" (1882, рус. пер. 1901) Д.-Р. с позиций позитивизма объявляет недоступными для человеческого познания собственно философские проблемы (сущность материи и силы, происхождение движения и т.д.) как научно недоказуемые. Вместе с тем он подверг критике с материалистических позиций идеалистическое понятие "мировой души" (которая, по его словам, потребовала бы признания мирового мозга); активно выступал против витализма. Против агностицизма Д.-Р. выступил немецкий стихийный материалист Э. Геккель. Д.-Р. известен и как публицист, занимавший консервативные позиции.

ДЮФЕ Шарль Франсуа (14.IX 1698 - 16.VII 1739) - французский физик, член Парижской АН (1723). Родился в Париже. Был директором Ботанического сада (с 1732). Исследования в области электричества, оптики, механики, жидкостей, теплоты, магнетизма. Открыл в 1733 существование двух родов электричества, которые назвал «стеклянным» и «смоляным» электричеством. Первое возникает на стекле, горном хрустале, драгоценных камнях, волосах, шерсти и т.п.; второе - на янтаре, шелке, бумаге и др. При этом установил, что однородные электричества отталкиваются, а разнородные притягиваются. Первый наэлектризовал тело человека и «получил» из него электрические искры. Для обнаружения и примитивного измерения электричества пользовался верссером Гильберга, сделал его намного более чувствительным. Впервые высказал мысль об электрической природе молнии и грома (1735). Исследовал магнитные явления, фосфорисценцию, двойное лучепреломление в кристаллах.

КЕННОН Уолтер Брэдфорд (19.X 1871 - 1.X 1945) - американский физиолог, доктор медицины (1900). Окончил Гарвардский университет (1896). Профессор физиологии Гарвардской высшей медицинской школы (1906-42). В своих исследованиях двигательной функции желудочно-кишечного тракта впервые применил рентгеновский метод (1897). Основные работы посвящены нейрогуморальной регуляции функций, роли симпатической нервной системы и гормонов в формировании эмоций и поддержании постоянства внутренней среды организма, названной им гомеостазом (1929). Разработал токсическую теорию шока, внёс существенный вклад в химическую теорию передачи нервного импульса; исследовал изменения реактивности денервированных мышц. Почётный член АН СССР (1942).

КИРХГОФ Густав Роберт (12.III 1824 - 17.X 1887) - немецкий физик, член Берлинской АН (1875). Р. в Кенигсберге. Окончил Кенигсбергский ун-т (1846), профессор Бреславльского (с 1850), Гейдельбергского (с 1854) и Берлинского (с 1875) ун-тов.

Работы посвящены электричеству, механике, оптике, математической физике, теории упругости, гидродинамике. В 1845 - 47 открыл закономерности в протекании электрического тока в разветвленных электрических цепях (правила Кирхгофа), в 1857 построил общую теорию движения тока в проводниках. Совместно с Р. Бунзеном в 1859 разработал метод спектрального анализа и открыл новые элементы - цезий (1860) и рубидий (1861). Установил (1859) один из основных законов теплового излучения, согласно которому отношение испускательной способности тела к поглощательной не зависит от природы излучающего тела (закон Кирхгофа), предложил (1862) концепцию черного тела и дал его модель. Открыл обращение спектров (1860), объяснил происхождение фраунгоферовых линий, высказал предположение, что Солнце состоит из раскалённой жидкой массы, окружённой атмосферой пара. Развил (1882) строгую теорию дифракции. Усовершенствовал теорию магнетизма Пуассона. Исследовал также упругость твёрдых тел, колебания пластин и дисков, форму свободной струи жидкости, движение тела в жидкой среде.

Член Петербургской АН (1862).

КУЛОН Шарль Огюстен (14. VI 1736-23.VIII 1806) - французский физик и военный инженер, член Парижской АН (1803). Р. в Ангулеме. Окончил (1761) школу военных инженеров и все время находился на военной службе.

Работы относятся к электричеству, магнетизму, прикладной механике. Сформулировал в 1781 законы трения, качения и скольжения. Исследуя кручение шелковых и металлических нитей, установил законы упругого кручения, в частности определил, что сила закручивания нити зависит от материала, из которого она сделана, пропорциональна углу закручивания и четвертой степени диаметра нити и обратно пропорциональна ее длине. Это имело важное значение, поскольку давало новый, очень чувствительный метод измерения силы. Исходя из этого в 1784 построил прибор для измерения силы - крутильные весы. С его помощью экспериментально установил в 1785 основной закон электростатики (закон Кулона), распространив его в 1788 на взаимодействие точечных магнитных полюсов. Выдвинул гипотезу магнетизма, согласно которой магнитные жидкости не свободны или не могут течь, как их электрические аналоги, и связаны с отдельными молекулами. Предположил, что каждая молекула в процессе

намагничивания становится поляризованной. Сконструировал магнитометр (1785). Заложил основы электро- и магнитостатики. Пытался экспериментально измерить (1796) трение в жидкости по затуханию колебаний движущегося в ней маятника и определить зависимость трения от скорости.

ЛАЭННЕК Рене-Теофиль (17. II 1781-13. VIII 1826) - французский врач и анатом, член Медицинской академии Франции (1823). Медицину начал изучать в 14 лет, в 18 лет стал врачом. С 1801 работал в клинике под руководством М. Биша и Ж. Корвизара. Л. - один из основоположников клинико-анатомического метода в медицине. Пользуясь изобретённым им в 1816 стетоскопом, разработал (1819) и ввёл в практику метод аускультации, с помощью которой точно описал многие важные признаки болезней. Первым дал патологоанатомическое описание туберкулёза (этот термин впервые ввёл Л.), установил его специфичность, связав развитие болезни с образованием бугорков. Впервые доказал возможность излечения туберкулёза, подчёркивал при этом необходимость покоя, правильного питания и чистого воздуха для больных.

ЛЕБЕДЕВ Петр Николаевич (8.III 1866—14.III 1912) - русский физик-экспериментатор. Р. в Москве. В 1884 - 87 учился в Московском техническом училище, где начал физические исследования. Окончил Страсбургский ун-т (1891). В 1892 начал работать в Московском ун-те (с 1900 - профессор). В 1911 в знак протеста против реакционных действий царского министра просвещения Л. Кассо оставил ун-т имеете со многими прогрессивными преподавателями и на частные средства создал новую физическую лабораторию при городском ун-те им. А. Л. Шанявского.

Известен как блестящий экспериментатор-виртуоз, автор исследований, выполненных скромными средствами на грани технических возможностей того времени, но поражающих глубокой интуицией и гениальностью. В 1895 впервые создал комплекс устройств для генерирования и приема миллиметровых электромагнитных волн с длиной 6 и 4 мм, установил их отражение, двойное преломление, интерференцию и др. В 1899 экспериментально доказал существование давления света на твердые тела, а в 1907 - на газы, что явилось прямым подтверждением электромагнитной теории света. Опыты по световому давлению принесли Лебедеву мировую славу. По этому поводу У. Томсон говорил: «Я всю жизнь воевал с Максвеллом, не признавая его светового давления, и вот... Лебедев заставил меня сдаться перед его опытами».

Осуществил также оригинальные эксперименты по магнетизму вращающихся тел, выдвинул глубокие идеи относительно природы межмолекулярных сил и происхождения хвостов комет, занимался также вопросами акустики, в частности ультразвуки.

Создал первую физическую школу в России (П. П. Лазарев, С. И. Василев, Н. Н. Андреев, В. К. Аркадьев, А. С. Предводителев, Н. А. Капцов, А. Р. Колли, Т. П. Кравец, В. Д. Зернов, А. Б. Млодзеевский, В. И. Романов, К. П. Яковлев и др.). Его именем названы Физический ин-т Академии наук СССР и премия, присуждаемая Президиумом АН СССР за лучшие работы в области физики.

ЛЕВЕНГУК Антони ван (24.X.1632—1723) - родился в городе Делфте в Голландии. Его родные были уважаемыми бюргерами и занимались плетением корзин и, что особенно ценилось в то время, пивоварением. Отец Левенгука умер

рано, и мать отправила мальчика учиться в школу, мечтая сделать из него чиновника. Но в 15 лет Антони оставил школу и уехал в Амстердам, где поступил учиться торговому делу в лавку, работал там бухгалтером и кассиром.

В 21 год Левенгук вернулся в Делфт, женился и открыл собственную мануфактуру. О его жизни в последующие 20 лет известно очень мало, за исключением того, что у него было несколько детей, большинство из которых умерло, и что, овдовев, он женился во второй раз, что он получил должность стража судебной палаты в местной ратуше, что, по современным представлениям соответствует соединению дворника с садовником, на досуге занимался цветоводством, разводил экзотических птиц. И начал создавать линзы... Он был чрезвычайно упорным человеком и добился, что его линзы были не хуже, чем у лучших мастеров Голландии. Он стремился к тому, чтобы они были самыми лучшими. Эти линзы Левенгук вставлял в небольшие оправы из меди, серебра и золота, которые он сам и вытягивал на огне среди чада и дыма.

Много лет изготавливал Левенгук свои линзы в форме чечевицы, называвшиеся «микроскопиями», линзы являлись, по существу, лупами. Они были крохотными, иногда меньше ногтя, но увеличивали в 100 и даже в 300 раз. Чтобы вести наблюдения с помощью этих линз, нужно было приобрести определённые навыки и запастись терпением. Нет данных, позволяющих с точностью установить, когда Левенгук приступил к исследованиям. Он был далёк от мысли совершить открытие: микроскоп для него, взрослого и солидного человека, был просто любимой игрушкой. Но оторваться было невозможно.

После опубликования своего первого письма Левенгук в течение 50 лет по несколько раз в год посылал результаты своих наблюдений в Королевское общество и отдельным учёным, например Христиану Гюйгенсу, Роберту Гуку, Готфриду Лейбницу, Роберту Бойлю и др. Это были многословные письма, полные замечаний по адресу соседей, разоблачений шарлатанов, сообщений о собственном здоровье и домашних делах. Но в этих письмах сообщалось и о великих, поразительных открытиях, сделанных с помощью собственного микроскопа.

В Королевском обществе к Левенгуку сначала отнеслись насторожённо и решили провести тщательную проверку его сообщений. Её поручили Н. Грю, который полностью подтвердил безупречность и достоверность наблюдений и сообщений Левенгука. На основании этого 8 февраля 1680 г. Левенгук был избран действительным и равноправным членом Лондонского Королевского общества. В Делфт от общества прислали пышный членский диплом в серебряной шкатулке с гербом общества на крышке.

Левенгук оставался верным корреспондентом Королевского общества до конца жизни. Даже лёжа на смертном одре, когда он уже не мог поднять руку, он попросил своего друга Гутли перевести на латынь (официальный язык науки того времени) последние свои письма и отправить в Лондон – Королевскому обществу.

Круг интересов Левенгука был достаточно широк. Пытаясь узнать причину раздражения языка человека от перца, он приготовил его настой. И через две недели, когда Левенгук решил посмотреть под микроскопом на каплю этого настоя, то его удивлению не было предела! В препарате жили зверушки, стелкаясь и разбегаясь, как муравьи в муравейнике. В письме Королевскому обществу Левенгук описывает это явление и называет эти объекты анималиями.

Левенгук забросил все и усердно начал искать своих анималькулей («анималькулюс» — по-латыни). Он находил их повсюду: в гнилой воде, в канавах, на собственных зубах. «Хотя мне исполнилось уже пятьдесят лет, — писал он в очередном письме Королевскому обществу — но у меня хорошо сохранились зубы, потому что я имею привычку каждое утро натирать их солью». Сделав соскрёб со своих зубов, он смешал его с чистой дождевой водой и посмотрел на него под микроскопом. На сером фоне линзы он увидел массу невероятно маленьких созданий — настоящий зверинец! Одна к другой, как в вязанке хвороста, лежали длинные неподвижные палочки. Расталкивая их, метались изогнутые, похожие на штопор зверушки. Он писал: «В полости моего рта их было, наверное, больше, чем людей в Соединённом Королевстве». К этому сообщению Левенгук приложил рисунки с изображением «зверушек». В них можно узнать различные формы бактерий: бациллы, кокки, спириллы, нитчатые бактерии. Нагрывая воду, в которой находились эти «зверушки», он обнаружил, что они перестают двигаться, как будто умирают, и при охлаждении воды уже не оживают.

Левенгук не знал тогда, что всех этих анималькулей будет изучать та наука, которой он положил начало — микробиология.

До конца своей жизни Левенгук изучал микроорганизмы. А когда после его смерти вскрыли его завещание, то узнали, что ученый завещал все свои 26 микроскопов королевской академии наук. Но одну загадку не могут раскрыть до сих пор: как при таком слабом увеличении Левенгук мог наблюдать такие детали, которые не видны даже при увеличении, которое сильнее в 2 раза!

ЛЕНГМЮР Ирвинг (31.I 1881 - 16.VIII 1957) - американский физик и химик, член Национальной АН. Р. в Нью - Йорке. Окончил Колумбийский ун - т (1903), в 1905 получил степень доктора в Гёттингенском ун - те. В 1909 - 57 работал в лаборатории «Дженерал электрик компани» (в 1929 - 50 - заместитель директора).

Физические работы посвящены изучению разрядов в газах, физике плазмы, электронике, атомной физике, в частности химическим реакциям при высоких температурах и низких давлениях, термическим эффектам в газах, атомной структуре, термоионной эмиссии, химическим силам в твёрдых телах, жидкостях и поверхностях плёнки. Многие из этих работ привели к развитию ряда технологий. Внёс существенный вклад в исследование процессов в электронных лампах, установив в 1913 закон для плотности тока термоэлектронной эмиссии (закон Ленгмюра). Его исследования явлений электрических разрядов в газах и термоэлектронной эмиссии были использованы при конструировании различных электронных приборов. Построил газотронный выпрямитель. В 1911 получил атомарный водород и предложил процесс сварки металлов в водородном пламени (водородная горелка Ленгмюра). В 1913 сконструировал молекулярный манометр, в 1916 - первый конденсационный паротурбинный вакуумный насос. Развил (1912) теорию теплопроводности. Разработал в 1919 модель атома (модель атома Ленгмюра). В 1929 совместно с Л. Тонксом ввёл понятие плазмы и плазменных колебаний (ленгмюровские колебания). Известен уравнением Ленгмюра - Саха (1924). Построил (1919) теорию химической валентности (теория Льюиса - Ленгмюра). В 1916 дал уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции.

Нобелевская премия по химии (1932). Член ряда академий наук и научных об

- в. Медали Д. Юза (1918), Б. Румфорда (1920), Дж. Гиббса (1930), Б. Франклина (1934), М. Фарадея (1938, 1943) и др.

ЛЕНЦ **Эмиль Христианович** (24.II 1804 - 10.II 1865) - русский физик, член Петербургской АН (1834). Р. в Дерпте (ныне Тарту). Учился в Дерптском ун-те. В 1836 возглавил кафедру физики и физической географии Петербургского ун-та, с 1840 - декан физико-математического ф-та, с 1863 - ректор. Преподавал также в Морском корпусе (1835 - 41), в Михайловской артиллерийской академии (1848 - 61) и педагогическом ин-те (1851 - 59).

Основные работы в области электромагнетизма. В 1833 установил правило определения электродвижущей силы индукции (закон Ленца), а в 1842 (независимо от Дж. Джоуля) - закон теплового действия электрического тока (закон Джоуля - Ленца). Совместно с Б. С. Якоби впервые разработал методы расчёта электромагнитов в электрических машинах, установил существование в последних «реакциях якоря». Открыл обратимость электрических машин. Изучал зависимость сопротивления металлов от температуры.

Работы относятся также к геофизике. В 1823 - 26 принимал участие в кругосветном путешествии на шлюпе «Предприятие», осуществил важные геофизические исследования. Учениками Ленца были М. П. Авенариус, Ф. Ф. Петрушевский, Ф. Н. Шведов, Р. Э. Ленц, А. И. Савельев, Н. П. Слугинов и др.

ЛОДЖ **Оливер Джозеф** (12.VI 1851-22.VIII 1940) - английский физик, член Лондонского королевского об-ва (1887). Р. в Пенкхалле (Индия). Окончил Лондонский ун-т (1872). В 1881—1900 - профессор Ливерпульского ун-та, в 1900 - 19 возглавлял Бирмингемский ун-т.

Работы относятся к механике, электролизу, электромагнитным колебаниям и волнам, теплопроводности, магнетизму, оптике движущихся тел, теории эфира. Подошел близко к открытию электромагнитных волн, обнаруженных Г. Герцем, исследовал их распространение, получил в 1888 электромагнитные волны вдоль проводника при разряде лейденской банки, существенно усовершенствовал методы детектирования волн при помощи когерера. Принимал участие в начальных этапах развития радиотелеграфии. Показал, что движущаяся материя не увлекает эфир (проблема эфира занимала в его исследованиях значительное место), своими экспериментами доказал несостоятельность теории эфира. В 1896 обнаружил расщепление спектральной линии в магнитном токе на три компоненты.

Медали Б. Румфорда (1898), М. Фарадея (1932) и др.

ЛОМОНОСОВ **Михаил Васильевич** (19.XI 1711-15.IV 1765) - выдающийся русский ученый, мыслитель-материалист, член Петербургской АН (1745). Р. в с. Денисовка Архангельской губ. (ныне с. Ломоносово Архангельской обл.). В 1731-35-учился в Славяно-греко-латинской академии в Москве, в 1735 - 36 - в ун-те при Петербургской АН, в 1736 - 41 - за границей в Марбурге и Фрейберге. Возвратившись в Россию, был избран в 1742 адъюнктом, а в 1745 - академиком Петербургской АН.

Работы посвящены физике, химии, астрономии, горному делу, металлургии и др. Ломоносов сосредоточил исследования на актуальнейших проблемах физики и химии того времени. Высказал ряд новых положений и гипотез, сделал ряд открытий, которые опередили его время и предвосхитили достижения физики XIX

ст. Экспериментально доказал закон сохранения вещества. В 1756 выполнил классический опыт, показав, что в запаянном сосуде при нагревании без доступа воздуха вес металла не увеличивается и при этом общая масса сосуда остается неизменной (закон сохранения массы вещества). Аналогичный эксперимент был выполнен А. Лавуазье лишь в 1774. И хотя именно после этих работ Лавуазье закон сохранения массы вещества при химических реакциях окончательно вошел в науку, приоритет Ломоносова в открытии этого закона является неоспоримым.

Представлял природу как единое целое, где все взаимосвязано. Все процессы в природе происходят так, что изменения в одном месте обязательно связаны с изменениями в другом. При этом ничто не исчезает бесследно и не возникает из ничего. Ломоносов говорит о любых “изменениях, которые в природе имеют место” и об “их общем сохранении” (закон сохранения материи и движения Ломоносова).

Разработал точные методы взвешивания и был основоположником внедрения физических методов в химию, пытался применить в химии методы точного количественного анализа. При изучении природы основным считал опыт, что было характернейшей чертой его как учёного. Изучал жидкое, газообразное и твёрдое состояния тел, подробно разработал термометрию, достаточно точно калибровал свои ртутные термометры. С довольно высокой для своего времени точностью определил коэффициент расширения газов.

Разработал также немало конструкций различных физических, метеорологических и др. приборов (около 100), в частности вискозиметр, прибор для определения твердости тел, пирометр, котел для исследования вещества при низком и высоком давлении, анемометр, газовый барометр и др.

Был непримиримым противником концепции невесомых и, вопреки большинству ученых, которые занимались придумыванием невесомых для объяснения различных физических процессов, разработал свой взгляд на мир и процессы, происходящие в нем. По Ломоносову, окружающий мир состоит из весомой материи (которая, в свою очередь, складается из нечувствительных частиц) и эфира. Все тела состоят из “корпускулов” (в современной терминологии – молекул), содержащих некоторое количество “элементов” (атомов). Между атомами и молекулами он проводил четкую границу, близко подошел к идее молекулярного строения химического соединения. Все физические явления рассматривал как результат движения больших и малых масс весомой материи и эфира.

Движением мелких частиц представлялась Ломоносову теплота, кинетическая природа теплоты не вызывала у него никаких сомнений. Нагревание тел он связывал с возрастанием поступательного и вращательного движения. Близко подошел к понятию абсолютного нуля. Свою теорию теплоты изложил в работе “Размышления о причине теплоты и холода” (1747 - 48). Является одним из основоположников молекулярно-кинетической теории теплоты.

Значительное место в творчестве Ломоносова занимали работы по оптике. Он был сторонником волновой теории света, разработал теорию цветов, сконструировал ряд оптических приборов, в частности телескоп-рефлектор (так называемую почезрительную трубу), при помощи которого наблюдал в 1761 прохождение Венеры по диску Солнца, что привело его к открытию атмосферы на этой планете.

Вместе с Г. В. Рихманом проводил исследования в области электричества, в частности атмосферного. С этой целью они использовали изобретенный Рихманом

“электрический указатель”, который был прообразом электрометра. Разработал теорию образования атмосферного электричества, происхождение которого связывал с восходящими и нисходящими потоками воздуха. Пытался создать общую теорию электрических явлений, суть их он видел в движении эфира.

Много сделал для развития науки, культуры и образования в России. В 1755 по инициативе и по проекту М. В. Ломоносова был открыт Московский ун-т, носящий ныне его имя. Был основателем естествознания в России. Академия наук СССР учредила золотую медаль им. М. В. Ломоносова.

МАКСВЕЛЛ Джеймс Клерк (13.VI 1831-5.XI 1879) - английский физик, член Эдинбургского (1855) и Лондонского (1861) королевских об-в. Р. в Эдинбурге. Учился в Эдинбургском (1847-50) и Кембриджском (1850-54) ун-тах. По окончании последнего непродолжительный период преподавал в Тринити колледж, в 1856 - 60 - профессор Абердинского ун-та, в 1860 - 65 - Лондонского королевского колледжа, с 1871 - первый профессор экспериментальной физики в Кембридже. Под его руководством создана известная Кавендишская лаборатория в Кембридже, которую он возглавлял до конца своей жизни.

Работы посвящены электродинамике, молекулярной физике, общей статистике, оптике, механике, теории упругости. Наиболее весомый вклад Максвелл сделал в молекулярную физику и электродинамику. В кинетической теории газов, одним из основателей которой является, установил в 1859 статистический закон, описывающий распределение молекул газа по скоростям (распределение Максвелла). В 1866 он дал новый вывод функции распределения молекул по скоростям, основанный на рассмотрении прямых и обратных столкновений, развил теорию переноса в общем виде, применив ее к процессам диффузии, теплопроводности и внутреннего трения, ввел понятие времени релаксации. В 1867 первый показал статистическую природу второго начала термодинамики (“демон Максвелла”), в 1878 ввел термин “статистическая механика”.

Самым большим научным достижением Максвелла является созданная им в 1860 - 65 теория электромагнитного поля, которую он сформулировал в виде системы нескольких уравнений (уравнения Максвелла), выражающих все основные закономерности электромагнитных явлений (первые дифференциальные уравнения поля были записаны Максвеллом в 1855 - 56). В своей теории электромагнитного поля Максвелл использовал (1861) новое понятие - ток смещения; дал (1864) определение электромагнитного поля и предсказал (1865) новый важный эффект: существование в свободном пространстве электромагнитного излучения (электромагнитных волн) и его распространение в пространстве со скоростью света. Последнее дало ему основание считать (1865) свет одним из видов электромагнитного излучения (идея электромагнитной природы света) и раскрыть связь между оптическими и электромагнитными явлениями. Теоретически вычислил давление света (1873). Предсказал эффекты Стюарта - Толмена и Эйнштейна -де Гааза (1878), скин-эффект.

Также сформулировал теорему в теории упругости (теорема Максвелла), установил соотношения между основными теплофизическими параметрами (термодинамические соотношения Максвелла), развивал теорию цвета зрения, исследовал устойчивость колец Сатурна, показав, что кольца не являются твердыми или жидкими, а представляют собой рой метеоритов. Сконструировал

ряд приборов. Был известным популяризатором физических знаний. Опубликовал впервые (1879) рукописи работ Г. Кавендиши.

МАРКОНИ Гульельмо (25.IV 1874 - 20.VII 1937) - итальянский физик, инженер и предприниматель, член Академии деи Линчеи (1912), с 1930 - ее президент. Р. в Болонье. Получил домашнее образование. Под влиянием работ Г. Герца и А. Риги по электромагнитным волнам начал опыты в этой области и разработал приборы беспроводного телеграфа. В 1896 переехал в Англию и подал заявку, а в 1897 получил патент на применение электромагнитных волн для беспроводной связи (изобретатель радио А. С. Попов свое открытие не патентовал). Схема приемника Маркони была такой же, как и схема приемника Попова. Благодаря большим материальным ресурсам и энергии Маркони добился широкого практического применения нового способа связи. В 1901 осуществил радиосвязь через Атлантический океан. Его деятельность сыграла большую роль в развитии радиотехники, в частности в распространении радио как средства связи (Нобелевская премия, 1909).

По своим политическим взглядам крайний реакционер.

МУШЕНБУРГ Питер ван (14.III 1692 - 19.IX 1761) - голландский физик. Родился в Лейдене. Окончил Лейденский университет (1715). Был профессором Дуйсбургского (1719 - 23), Утрехтского (1723 - 40) и с 1740 - Лейденского университетов.

Работы посвящены электричеству, теплоте и оптике. В 1745 независимо от Э.Клейста изобрел первый конденсатор - лейденскую банку и провел с ней ряд опытов. Первый обратил внимание на физиологическое действие разряда. Осуществил первые экспериментальные исследования теплового расширения твердых тел, которое он регистрировал при помощи изобретенного (1731) пиromетра, в 1747 использовал его как термометр для измерения температуры плавления некоторых металлов. Исследовал избирательное поглощение различных цветов в воздухе, прочность строительных материалов. Дал таблицы удельных весов многих тел (1751). Был автором первого систематического курса физики, а его двухтомное «Введение в натуральную философию», изданное в 1762, представляло собой энциклопедию физических знаний того времени.

Член Лондонского королевского общества, Петербургской АН (1754), член-корреспондент Парижской АН.

НЕЙМАН Франц Эрнст (11.IX 1798-23.V 1895) - немецкий физик-теоретик, член Берлинской АН (1858). Р. в Йоахимстале. В 1825 получил степень доктора философии в Берлинском ун-те. В 1829 - 73 - работал в Кёнигсбергском ун-те (с 1829 - профессор).

Основные работы посвящены электричеству, оптике и магнетизму. Разработал (1845 - 48) первую математическую теорию электромагнитной индукции, установил закон электромагнитной индукции для замкнутых проводников, вывел формулу для коэффициента взаимной индукции, ввел понятие вектор-потенциал. Исследовал поляризацию и двойное лучепреломление, отражение от металлов. Работы посвящены также упругости, теплопроводности, кристаллофизике, молекулярной физике. Установил связь симметрии физических свойств кристалла с симметрией его формы (принцип Неймана).

В 40-х годах организовал на собственные средства в Кёнигсбергском ун-те

физическую лабораторию - одну из первых в Европе. В 1834 совместно с К. Якоби основал в ун-те первый коллоквиум по теоретической физике и математике. Его учениками были Г. Кирхгоф, К. Нейман, В. Фойгт и др.

Чл.-кор. Петербургской АН (1838), член Лондонского королевского об-ва и Парижской АН. Медаль Копли (1887).

НОБИЛИ Леопольдо (1784-5.VIII 1835) — итальянский физик. Р. в Трассилико. Был капитаном итальянской армии. С 1831 - профессор музея во Флоренции.

Основные исследования посвящены электромагнетизму. Изобрел (1825) высокочувствительный гальванометр (гальванометр Нобили). Построил (1830) термопару, термомультипликатор высокой чувствительности, астагический гальванометр. Предложил правило для определения направления индукционных токов, получил (1831) от них искру. Изучал тепловые лучи и явление электролиза. Совместно с М. Меллони исследовал (1831) тепловой спектр Солнца и «прозрачность» различных тел для тепловых лучей.

Член Парижской АН (1833).

НОЛЛЕ Жан Антуан (19.XI 1700-2.I V 1770) - французский физик-экспериментатор, член Парижской АН (1770). Учился в Клермоне, Бове, Париже. В 1735 стал преподавателем экспериментальной физики. Был профессором в Турине, лектором в Бордо, Версале, с 1753 - профессор Королевского колледжа в Наварре, с 1761 - в Школе искусств в Мезьере.

Исследования в области электричества, молекулярной физики, оптики. Изобрел (1747) электроскоп, усовершенствовал лейденскую банку и способствовал ее распространению во Франции, усовершенствовал электрическую машину. Принимал участие в электрических опытах Ш. Дюфе. «Передал» электричество по цепи из 180 человек. Первый заметил, что электричество быстрее «стекает» с острых, чем с тупых тел. Выдвинул идею изучения действия электричества на растениях и животных. Открыл диффузию жидкостей и осмос (1748). Исследовал водяной пар, наблюдал его конденсацию в сосуде при откачке. Описал машину для шлифовки линз.

НЬЮТОН Исаак (4.I 1643 - 31.III 1727) - выдающийся английский учёный, заложивший основы современного естествознания, создатель классической физики, член Лондонского королевского общества (1627), президент (с 1703). Родился в Вулсторпе. Окончил Кембриджский университет (1665). В 1669 - 1701 возглавлял в нём кафедру. С 1695 - смотритель, с 1699 - директор Монетного двора.

Работы относятся к механике, оптике, астрономии, математике. Сформулировал основные законы классической механики, открыл закон всемирного тяготения, дисперсию света, развил корпускулярную теорию света, разработал (независимо от Г.Лейбница) дифференциальное и интегральное исчисление. Обобщив результаты исследований своих предшественников в области механики и свои собственные, создал огромный труд "Математические начала натуральной философии" ("Начала"), изданный в 1687. "Начала" содержали основные понятия и аксиоматику классической механики, в частности понятия масса (которому Ньютон придавал большое значение как основному в механических процессах), количество движения, сила, ускорение,

центростремительная сила и три закона движения (законы Ньютона) - закон инерции, закон пропорциональности силы ускорению и закон действия и противодействия. Тут же дан его закон всемирного тяготения, исходя из которого Ньютон объяснил движение небесных тел (планет, их спутников, комет) и создал теорию тяготения. Открытие этого закона знаменовало переход от кинематического описания солнечной системы к динамическому объяснению явлений и окончательно утвердило победу учения Коперника. Он показал, что из закона всемирного тяготения вытекают три закона Кеплера; объяснил особенности движения Луны, явление процессии; развил теорию фигуры Земли, отметив, что она должна быть сплюснута у полюсов, теорию приливов и отливов; рассмотрел проблему создания искусственного спутника Земли и т.д. Установил закон сопротивления и основной закон внутреннего трения в жидкостях и газах, дал формулу для скорости распространения волн.

Велик вклад Ньютона в оптику. В 1666 при помощи трёхгранной стеклянной призмы разложил белый свет на семь цветов (в спектр), тем самым доказав его сложность (явление дисперсии), открыл хроматическую aberrацию. Пытаясь избежать aberrации в телескопах, в 1668 и в 1671 сконструировал телескоп - рефлектор оригинальной системы - зеркальный (отражённый), где вместо линзы использовалось вогнутое сферическое зеркало (телескоп Ньютона). Исследовал интерференцию и дифракцию света, изучая цвета тонких пластинок, открыл так называемые кольца Ньютона, установил закономерности в их размещении, высказал мысль о периодичности светового процесса. Пытался объяснить двойное лучепреломление и близко подошёл к открытию явления поляризации. Свет считал потоком корпускул - корпускулярная теория света Ньютона (однако на разных этапах рассматривал возможность существования и волновых свойств света, в частности в 1675 предпринял попытку создать компромиссную корпускулярно - волновую теорию света). Свои оптические исследования изложил в "Оптике" (1704).

По своему мировоззрению Ньютон был стихийным материалистом, вторым после Р.Декарта великим представителем механистического материализма в естествознании XVII - XVIII вв.

Научное творчество Ньютона сыграло исключительно важную роль в истории развития физики. По словам А.Эйнштейна, "Ньютон был первым, кто попытался сформулировать элементарные законы, которые определяют временной ход широкого класса процессов в природе с высокой степенью полноты и точности" и "... оказал своими трудами глубокое и сильное влияние на всё мировоззрение в целом".

В его честь названа единица сил в Международной системе единиц - ньютон.
Член Парижской академии наук (1699).

ОМ Георг Симон (16.III 1787 - 6.VII 1854) - немецкий физик, чл.-кор. Берлинской АН (1839). Р. в Эрлангене. Окончил Эрлангенский ун-т (1811). Преподавал математику, затем физику в различных гимназиях. С 1833 - профессор Нюрнбергской высшей политехнической школы (с 1839 - ректор), в 1849-52 - Мюнхенского ун-та.

Исследования относятся к электричеству, акустике, оптике, кристаллооптике. Экспериментально открыл в 1826 основной закон электрической цепи, связывающий между собой силу тока, напряжение и сопротивление (закон Ома). В

1827 вывел его теоретически (для участка и полной цепи), ввел понятия «электродвижущей силы», «падения напряжения» и «проводимости». Выполнил (1830) первые измерения э.д.с. источника тока.

Высказал мысль о сложном составе звуков. Установил (1843), что ухо воспринимает как простой тон только тот звук, который вызван простым синусоидальным колебанием, все же прочие звуки воспринимаются как основной тон и добавочные - обертоны (акустический закон Ома).

Член Лондонского королевского об-ва (1842). Медаль Копли (1841).

Пастер Луи (27.II.1822-6. 28.IX.1895) - родился в семье отставного французского солдата, владельца небольшого кожевенного завода в местечке Доль. Пастер с успехом завершил обучение сначала в колледже в Арбуа, а затем в Безансоне. Окончив здесь курс со степенью бакалавра, он поступил в 1843 году в Высшую нормальную школу. Луи особенно увлекся химией и физикой.

Окончив школу в 1847 году, Пастер сдал экзамены на звание доцента физических наук. А спустя год защитил докторскую диссертацию. Тогда Пастер уже приобрел известность своими исследованиями в области строения кристаллов. Он открыл причину неодинакового влияния луча поляризованного света на кристаллы органических веществ.

В том же 1848 году Пастер стал адъюнкт-профессором физики в Дижоне. Через три месяца он занимает новую должность адъюнкт-профессора химии в Страсбурге. Пастер принимал активное участие в революции 1848 года.

В 1854 году его назначают деканом факультета естественных наук в Лилле. Пастер заметил, что асимметричные кристаллы встречаются в веществах, образующихся при брожении. В 1857 году Пастер доказал, что брожение - не химический процесс, как принято было тогда думать, а биологическое явление, являющееся результатом жизнедеятельности микроскопических организмов - дрожжевых грибов.

Пастер нашел, что существуют организмы, которые могут жить без кислорода. Они называются анаэробными. Представители их - микробы, вызывающие масляно-кислое брожение. Размножение таких микробов вызывает прогорклость вина и пива.

В 1857 году Пастер вернулся в Париж в качестве вице-директора Высшей нормальной школы. В 1862 году его выбрали членом "института" по отделению минералогии, а через несколько лет постоянным секретарем института. В 1867-1876 годах он занимал кафедру химии Парижского факультета.

В 1864 году приступил к изучению вопроса возникновения болезней вин. Результатом его исследований явилась монография, в которой Пастер показал, что болезни вина вызываются различными микроорганизмами, причем каждая болезнь имеет особого возбудителя. Для уничтожения вредных "организованных ферментов" он предложил прогревать вино при температуре 50-60 градусов. Этот метод получил название пастеризации.

В 1874 году палата депутатов в признание выдающихся заслуг перед родиной назначила ему пожизненную пенсию в 12 000 франков, увеличенную в 1883 году до 26 000 франков. В 1881 году Пастер был избран в члены Французской академии.

Начав с разгадки "болезней" вина и пива, ученый всю свою дальнейшую жизнь посвятил изучению микроорганизмов и поискам средств борьбы с возбудителями опасных заразных болезней животных и человека.

Работы Пастера обнаружили ошибочность распространенного в медицине того времени взгляда, по которому любые болезни возникают либо внутри организма, либо под влиянием испорченного воздуха ("миазмы"). Пастер показал, что болезни, которые называют заразными, могут возникать только в результате заражения, т. е. проникновения в организм из внешней среды микробов.

В 1880 году Пастер нашел способ предохранения от заразных заболеваний введением ослабленных возбудителей, который оказался применимым ко многим инфекционным болезням.

Но прежде чем метод прививок получил полное признание, Пастеру пришлось выдержать нелегкую борьбу. Чтобы доказать правильность своего открытия, в 1881 году Пастер произвел массовый публичный опыт. Он ввел нескольким десяткам овец и коров микробы сибирской язвы. Половине подопытных животных Пастер предварительно ввел свою вакцину. На второй день все инакцинированные животные погибли от сибирской язвы, а все вакцинированные не заболели и остались живы. Этот опыт, протекавший на глазах у многочисленных свидетелей, был триумфом ученого.

Пастер разработал способ прививок против бешенства, употребляя для этого особым образом высушенный мозг зараженных бешенством кроликов. 6 июля 1885 года он впервые успешно испробовал вакцину на человеке.

В 1889 году Пастер сложил с себя все обязанности, чтобы отдался организации и заведованию институтом его имени. Лондонское королевское общество присудило ему две золотых медали в 1856 и 1874 годах; Французская академия наук присудила ему премию за работу над вопросом о самозарождении.

ПЕТРОВ Василий Владимирович (19. VII 1761—3.VIII 1834) - русский физик и электротехник, академик (1815); чл.-кор. (1802). Р. в г. Обояне (ныне Курская обл.). Окончил Харьковский коллегиум (1785). С 1791 преподавал в Петербурге, в 1795 - 1833 - профессор Медико-хирургической академии, где организовал образцовый для своего времени физический кабинет, ставший важным центром русской физики (1810 - 27 возглавлял также физический кабинет Петербургской Академии наук).

Физические исследования главным образом в области изучения электрических явлений. Сконструировал в 1802 большую гальваническую батарею, состоящую из 2100 медно-цинковых элементов с электродвижущей силой около 1700 В. Исследовал свойства этой батареи как источника тока и показал, что действие ее основано на химических процессах между металлами и электролитом. Осуществил ряд опытов с этой батареей. В частности, открыл в 1802 электрическую дугу (на 8 лет раньше Г. Дэви) и показал возможность использования ее для плавления и обновления металлов и освещения.

Обнаружил зависимость силы тока от площади поперечного сечения проводника. Исследовал электролитическое действие электрического тока и явление электролиза, электропроводность различных веществ, установил важность электроизоляции и использовал покрытие металлического проводника изоляционным слоем. Изучал электрический разряд в вакууме, нашел зависимость его от материала, формы и полярности электродов, расстояния между ними и

степени разряженности. Всесторонне исследовал электризацию тел, показал возможность электризации металлов трением, предложил новые способы электризации тел. Разработал оригинальные конструкции электростатических машин и приборов. Свои исследования в этой области описал в трудах «Сообщение о гальвано-вольтовых исследованиях» (1803) и «Новые электрические опыты» (1804).

Работы относятся также к изучению физико-химических явлений, эффектов холодного свечения тел, метеорологии, гидротехнике. Активный сторонник кислородной теории горения. Первый из отечественных физиков выполнил пионерские исследования в области люминесценции, изучил явления хемилюминесценции, биолюминесценции и фотолюминесценции и установил различие между ними.

ПИКСИ Ипполит (1808-1835) - французский изобретатель. Конструировал различные физические инструменты. В 1832 сконструировал первую магнитоэлектрическую машину работающую на принципе электромагнитной индукции (генератор переменного тока). Используя коммутатор Ампера, получил во внешней цепи ток одного направления.

ПОЙНТИНГ Джон Генри (9 IX 1852-30.III 1914) - английский физик, член Лондонского королевского об-ва (1888), вице-президент в 1910 - 11. Р. в Монтоне. Окончил Лондонский (1872) и Кембриджский (1876) ун-ты. В 1876 - 78 работал в Манчестерском ун-те, в 1878 - 80 в Кавендишской лаборатории. С 1880 - профессор Бирмингемского колледжа, с 1900 - профессор, декан факультета наук Бирмингемского ун-та. Работы посвящены изучению электрических явлений, переносу энергии, теории излучения и давления света, радиации. Ввел в 1884 понятие о потоке электромагнитной энергии (вектор Умова - Пойнтинга). Измерил в 1891 плотность Земли, в 1893 - гравитационную постоянную. В 1903 высказал идею о торможении солнечным светом гелиоцентрического движения космических тел (эффект Пойнтинга - Робертсона). Этим же эффектом он объяснял поворот хвостов комет в сторону от Солнца.

Королевская медаль (1905), премия Дж. Адамса (1893) и др.

ПОПОВ Александр Степанович (16.III 1859—13.I 1906) - русский физик и электротехник, изобретатель радио. Р. в п. Туринские Рудники (ныне г. Краснотурьинск Свердловской обл.). Окончил Петербургский ун-т (1882). В 1883-1901 преподавал в военных заведениях Кронштадта. С 1901 - профессор Петербургского электротехнического ин-та (с 1905 - ректор).

Исследования относятся к различным проблемам электротехники и радиотехники, в частности радиосвязи. В 1888 повторил опыты Г. Герца по получению электромагнитных волн и в 1889 впервые указал на возможность их использования для передачи сигналов на расстояние. В 1894 сконструировал генератор электромагнитных колебаний и когерер - элемент присмика, чувствительный к электромагнитным волнам. В том же году изобрел первую приемную антенну и установил, что ее приемник реагирует на грозовые разряды. Создал прибор для регистрации разрядов на значительных расстояниях - так называемый грозоотметчик, который был прототипом первой приемной радиостанции. 7 мая 1895 продемонстрировал свой грозоотметчик (радиоприемник) на заседании физического отделения Российского физико-

химического об-ва и прочитал доклад «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям», здесь же он высказал мысль о возможности применения своего грозоотметчика для передачи сигналов на расстояние. 24 марта 1896 на заседании физического отделения Российского физико-химического общества при помощи своих приборов наглядно продемонстрировал передачу сигналов на расстояние 250 м, передав первую в мире радиограмму, состоящую из двух слов - «Генрих Герц». Несколько позже подобные приборы создал и осуществил с ними эксперименты Г. Маркони.

В 1897 впервые обнаружил явление отражения волн от предметов (в частности, кораблей), находящихся на пути их распространения. Это явление было положено в основу радиолокации. Осуществил серию опытов по телеграфии на значительные расстояния.

На увековечение памяти Попова Президиум Академии наук СССР в 1945 учредил золотую медаль им. А. С. Попова за выдающиеся достижения в области радиопрозрачности. День 7 мая стал днем радио.

ПУАССОН Симеон Дени (21 VI 1781-25.IV 1840) - французский механик, математик и физик, член Парижской АН (1812). Р. в Питайе. Окончил Политехническую школу (1800), где преподавал (с 1806 - профессор), с 1809 - профессор Парижского ун-та.

Физические исследования относятся к электричеству и магнетизму, капиллярности, теории упругости, гидромеханике, теории колебаний, теории света. В 1811 применил математическую теорию потенциала к электростатике, сформулировав здесь важную теорему, согласно которой напряженность поля в точке у поверхности проводника пропорциональна плотности заряда на проводнике: решил задачу о распределении электричества на поверхности различных проводников и системах проводников. В 1824 распространил теорию потенциала на магнитные явления и разработал математическую теорию магнетизма.

Впервые записал уравнения аналитической механики в составляющих импульса, в гидродинамике обобщил уравнение Навье - Стокса на случай движения сжимаемой вязкой жидкости с учетом теплопередачи. Разрабатывал теорию распространения звука в воздухе. Первый теоретически исследовал адиабатический процесс, дал (1823) вывод уравнения адиабаты (уравнение Пуассона).

Решил ряд задач теории упругости, ввел (1810) так называемый «коэффициент Пуассона» как характеристику материала упругого тела - отношение продольного растяжения к поперечному сжатию, обобщил уравнения теории упругости на случай анизотропных тел. Наряду с Л. Навье и О. Коши является основоположником теории упругости.

Член Петербургской АН (1826).

РАМСДЕН Джессе (6.X 1735 - 5.XI 1800) - английский механик и оптик, известный конструктор физических приборов, член Лондонского королевского общества (1786). Родился в Галифаксе. В 1755 переехал в Лондон и работал клерком. В 1758 стал учеником мастера математических инструментов, в 1762 открыл собственную мастерскую. Развил технологию, которая дала ему возможность повысить точность изготавливаемых астрономических, физических и навигационных инструментов. В созданной им мастерской к 1789 было

изготовлено около 1000 теодолитов, весов, барометров, секстантов, микрометров. Построены также электрическая машина со стеклянными пластинами (1766, машина Рамсдена), делительная машина, микрометрический микроскоп, ахроматический телескоп, окуляр, состоящий из двух плосковыпуклых линз, разделенных воздушным промежутком (окуляр Рамсдена) и др. Снабжал многие астрономические обсерватории Европы ахроматическими телескопами и др.

Член Петербургской АН (1794). Медаль Копли (1795).

РЕЗЕРФОРД Эрнест (30.VII 1871 – 20. IX 1937) родился вблизи города Нельсон (Новая Зеландия) в семье переселенца из Шотландии. Окончив школу в Хавслоке, он поступил в колледж провинции Нельсон в 1887 году. Через два года Эрнест сдал экзамен в Кентерберийский колледж - филиал Новозеландского университета в Крайчестере. В 1892 году Резерфорду была присуждена степень бакалавра гуманитарных наук. На следующий год он стал магистром гуманитарных наук, лучше всех сдав экзамены по математике и физике. Его магистерская работа касалась обнаружения высокочастотных радиоволн. В 1894 году появилась его первая печатная работа "Намагничивание железа высокочастотными разрядами". В 1895 году Резерфорд приехал в Англию, где получил приглашение Дж.Дж. Томсона работать в Кембридже в лаборатории Кавендиша.

В 1896 году появляется совместная работа Томсона и Резерфорда "О прохождении электричества через газы, подвергнутые действию лучей Рентгена". В следующем году выходит в свет статья Резерфорда "Магнитный детектор электрических волн и некоторые его применения". В 1897 году появляется и его новая работа "Об электризации газов, подверженных действию рентгеновских лучей, и о поглощении рентгеновского излучения газами и парами".

Томсон и Резерфорд выдвинули предположение, что когда рентгеновские лучи проходят через газ, они разрушают атомы этого газа, высвобождая одинаковое число положительных и отрицательных заряженных частиц. Эти частицы они назвали ионами. В 1898 году Резерфорд стал профессором Макгиллского университета в Монреале, где начал серию важных экспериментов, касающихся радиоактивного излучения элемента урана.

В Канаде совместно с Содди он открыл радиоактивный распад и его закон. Здесь им была написана книга "Радиоактивность".

В своей работе Резерфорд и Содди коснулись вопроса об энергии радиоактивных превращений. Подсчитывая энергию испускаемых радиоактивных частиц, они приходят к выводу, что "энергия радиоактивных превращений, по крайней мере, в 20 000 раз, а может, и в миллион раз превышает энергию любого молекулярного превращения". Эта огромная энергия, по их мнению, должна учитываться "при объяснении явлений космической физики". В частности, постоянство солнечной энергии можно объяснить тем, "что на Солнце идут процессы субатомного превращения".

24 мая 1907 года Резерфорд вернулся в Европу, в Манчестер.

В 1908 году Резерфорду была присуждена Нобелевская премия по химии. После получения Нобелевской премии Резерфорд занялся изучением явления, которое наблюдалось при бомбардировке пластинки тонкой золотой фольги альфа-частицами, излучаемыми таким радиоактивным элементом, как уран. В 1911 году Резерфорд предложил новую модель атома. Согласно его теории,

положительно заряженные частицы сосредоточены в тяжелом центре атома, а отрицательно заряженные (электроны) находятся на орбите ядра, на довольно большом расстоянии от него. Эта модель, подобно крошечной модели Солнечной системы, подразумевает, что атомы состоят главным образом из пустого пространства.

Во время войны английское правительство назначило Резерфорда членом "адмиральского штаба изобретений и исследований" - организации, созданной для изыскания средств борьбы с подводными лодками противника. После войны он вернулся в манчестерскую лабораторию. В 1919 году Резерфорду удалось провести искусственным путем первую реакцию превращения атомов. Бомбардируя атомы азота частицами, Резерфорд открыл, что при этом образуются атомы кислорода.

В 1919 году Резерфорд стал профессором экспериментальной физики и директором Кавендишской лаборатории. В 1921-м он занял должность профессора естественных наук в Королевском институте в Лондоне. В 1925 году ученый был награжден британским орденом "За заслуги". В 1930 году Резерфорд был назначен председателем правительственного консультативного совета Управления научных и промышленных исследований. В 1931 году он получил звание лорда и стал членом палаты лордов английского парламента.

РЕНТГЕН Вильям Конрад (27. III 1845 – 10. II 1923) - немецкий физик родился в Леннепе, небольшом городке близ Ремпейда в Пруссии, и был единственным ребенком в семье преуспевающего торговца текстильными товарами. В 1848 году семья переехала в голландский город Амелъдорп, на родину родителей Шарлотты. Рентген поступил в Утрехтскую техническую школу в 1862 году, но был исключен за то, что отказался назвать своего товарища, нарисовавшего исподличительную карикатуру на любимого преподавателя.

В 1865 году Вильгельм был зачислен студентом в Федеральный технологический институт в Цюрихе, он намеревался стать инженером-механиком, и в 1868 году получил диплом. В 1869 году он защитил докторскую диссертацию в Цюрихском университете.

В 1874 году в Страсбургском университете Рентген начал свою преподавательскую деятельность в качестве лектора по физике.

В 1875 году Рентген стал полным (действительным) профессором физики Сельскохозяйственной академии в Гогенхейме (Германия), а в 1876 году вернулся в Страсбург, чтобы приступить там к чтению курса теоретической физики.

В 1879 году Рентген был назначен профессором физики Гессенского университета, в котором он оставался до 1888 года, отказавшись от предложений занять кафедру физики в университетах Исны и Утрехта. В 1888 году он возвращается в Вюрцбургский университет в качестве профессора физики и директора Физического института, где продолжает вести экспериментальные исследования широкого круга проблем, в т.ч. сжимаемости воды и электрических свойств кварца.

В 1894 году, когда Рентген был избран ректором университета, он приступил к экспериментальным исследованиям электрического разряда в стеклянных вакуумных трубках. Вечером 8 ноября 1895 года Рентген, как обычно, работал в своей лаборатории, занимаясь изучением катодных лучей. Около полуночи, почувствовав усталость, он собрался уходить. Окинув взглядом лабораторию, потянул свет и хотел было закрыть дверь, как вдруг заметил в темноте какое-то

светящееся пятно. Оказывается, светился экран из синеродистого бария. Свечение вызывала катодная трубка. Рентген начал изучать обнаруженное явление и новые лучи, названные им икс-лучами. Оставив футляр на трубке, чтобы катодные лучи были закрыты, он с экраном в руках начал двигаться по лаборатории. Оказалось, что полтора-два метра для этих неизвестных лучей не преграда. Когда рука ученого оказалась на пути неизвестных лучей, он увидел на экране силуэт ее костей. Ученый обнаружил, что лучи засвечивают фотопластинку, что они не расходятся сферически вокруг трубки, а имеют определенное направление.

Первым человеком, кому Рентген продемонстрировал свое открытие, была его жена Берта. Именно снимок ее кисти, с обручальным кольцом на пальце, был приложен к статье Рентгена "О новом роде лучей", которую он 28 декабря 1895 году направил председателю Физико-медицинского общества университета. Статья была быстро выпущена в виде отдельной брошюры, и Рентген разослал ее ведущим физикам Европы.

20 января 1896 года американские врачи с помощью лучей Рентгена уже впервые увидели перелом руки человека. Его опыты были повторены почти во всех лабораториях мира. В Кембридже Д.Д. Томсон применил ионизирующее действие рентгеновских лучей для изучения прохождения электричества через газы. Его исследования привели к открытию электрона.

Рентген опубликовал еще две статьи об икс-лучах в 1896 и 1897 годах, но затем его интересы переместились в другие области.

Ученый не стал брать патент на свое открытие, отказался от почетной, высокооплачиваемой должности члена академии наук, от кафедры физики в Берлинском университете, от дворянского звания.

В 1899 году, вскоре после закрытия кафедры физики в Лейпцигском университете, Рентген стал профессором физики и директором Физического института при Мюнхенском университете. Находясь в Мюнхене, Рентген узнал о том, что он стал первым лауреатом Нобелевской премии 1901 года по физике.

Помимо Нобелевской премии, Рентген был удостоен медали Румфорда Лондонского королевского общества, золотой медали Барнарда за выдающиеся заслуги перед наукой Колумбийского университета и состоял почетным членом и членом-корреспондентом научных обществ многих стран.

РИГИ Аугусто (27.VIII 1850-8.VI 1921)-итальянский физик, член Академии деи Линчей (1898). Р. в Болонье, где окончил в 1872 инженерную школу. В 1873 - 80 преподавал в Технической школе в Болонье, в 1880 - 85-в ун-те в Палермо. В 1885-89-профессор Падуанского ун-та, с 1889 - Ин-та физики Болонского ун-та.

Работы посвящены электромагнетизму, физике диэлектриков, оптике, атомной физике. В 1880 открыл магнитный гистерезис (независимо от Э. Варбурга). В 1888 переоткрыл внешний фотоэффект и всесторонне его изучил, в частности наблюдал внешний фотоэффект также в случае диэлектриков (эбонит, сера), создал фотоэлемент и впервые применил название "фотоэлемент". Исследовал колебательные движения, эффекты Холла и Керра, рентгеновские лучи, эффект Зеемана. Создал (1892) новый тип генератора электромагнитных волн - сферический осциллятор сантиметровых волн, получил волны длиной в 20 и 7,5 см. Исследовал отражение этих волн, преломление, поглощение, интерференцию и дифракцию, впервые наблюдал их двойное лучепреломление. Показал, что радиоволны отличаются от световых только длиной волны, но не

природой. В 1881 впервые осуществил модуляцию света вращением одного из двух скрещенных николей, в 1887 совместно с С. Ледюком открыл один из термомагнитных эффектов (эффект Риги—Ледюка).

Член ряда академий наук, в частности Петербургской АН (1896).

РИХМАН Георг Вильгельм (22.VII 1711-6. VIII 1753) - русский физик, академик (1741). Р. в Пернове (Пярну). Окончил академический ун-т при Петербургской АН. С 1741 - профессор кафедры физики Петербургской АН и с 1744 - заведующий физическим кабинетом Академии. Преподавал также в академическом ун-те.

Работы относятся к теплоте и электричеству. В калориметрии усовершенствовал метод смешения Тэйлора и обобщил формулу Крафта, дав в 1747 - 48 формулу для температуры смеси любого числа жидкостей (формула Рихмана). Исследовал влияние различных факторов на процесс теплообмена, изучал испарение жидкостей, сконструировал ряд метеорологических и термометрических приборов. Изобрел в 1745 первый электрический измерительный прибор (электрический указатель) и широко применял его в своих исследованиях по электричеству. Экспериментально изучал электризацию и электропроводность тел, открыл в 1748 - 51 явление электростатической индукции. В 1752 - 53 исследовал атмосферное электричество, устроив у себя дома "громовую машину". Погиб во время проведения опыта от удара молнии.

РУМКОРФ Генрих Даниэль (15.I 1803-20.XII 1877) - изобретатель. Р. в Ганновере. С 1840 - конструктор точных инструментов в Париже. Изобрел в 1851 индукционную катушку (катушка Румкорфа), генерирующую токи высокой частоты. Получил от своей катушки искры длиной до 50 см в воздухе.

САВАР Феликс (30.VI 1791 - 16.III 1841) - французский физик, член Парижской АН (1827). Р. в Мезьере. Окончил Страсбургский ун - т (1816), получив медицинское образование. Работал военным хирургом. С 1816 занялся физикой, с 1828 - профессор экспериментальной физики в Колледж де Франс.

Работы относятся к акустике, электромагнетизму, оптике, гидромеханике. Изобрёл прибор для определения частоты звука (колесо Савара), изучал акустический резонанс, разрабатывал физические основы конструирования струнных инструментов, предложил конструкцию сирены. Показал (1826), что характер распространения звука в жидкостях такой же, как и в твёрдых телах. Проводил исследования пределов слышимости звука, в 1830 установил верхний предел слышимости - 24000 Гц, в 1831 нижний предел - 14 - 16 Гц. В 1820 вместе с Ж. Био экспериментально открыл закон электродинамики, определяющий величину напряжённости магнитного поля, создаваемого электрическим током (закон Био - Савара). Изобрёл для изучения поляризованного света кварцевую пластинку (пластинка Савара), полярископ (1840).

СИМЕНС Эрнст Вернер (13.XII 1816-6.XII 1892) — немецкий физик, электротехник и предприниматель, член Берлинской АН (1874). Р. в Ленте близ Ганновера. Окончил Берлинское артиллерийское училище, однако вскоре оставил военную карьеру и занялся изобретательской деятельностью. Совместно с И. Гальске сконструировал электрический телеграф (в 1847 получил на него в Пруссии патент) и начал выполнять заказы и подряды на телеграфные установки.

Прибыли от этих подрядов, а особенно от сооружения телеграфной линии Петербург — Севастополь, дали возможность Сименсу превратить небольшую берлинскую мастерскую в крупный завод. Основатель и главный владелец электротехнических концернов — «Сименс и Гальске», «Сименс и Шуккерт». Выполнил крупномасштабные разработки в электротехнике, став основателем электротехнической промышленности. Изобрел машину для наложения резиновой изоляции на провода, создал (1860) ртутный эталон сопротивления, осуществил измерения электропроводности различных металлов и ее зависимости от температуры, диэлектрической проницаемости многих веществ. Усовершенствовал (1860) магазин сопротивлений. В 1867 предложил заменить в индукционных электрических машинах стальные магниты электромагнитами и разработал (независимо от других) электрогенератор с самовозбуждением. Построил первый трамвай (1879), сконструировал электрический пирометр (1869), создал промышленную конструкцию электроплавильной печи (1878), селеновый фотометр (1887). Именем Сименса названа единица сопротивления в Международной системе единиц - сименс.

Член Петербургской АН (1882). Один из фундаторов первого физико-технического ин-та (Берлин, 1888).

СТОЛЕТОВ Александр Григорьевич (29. VII 1839-14.V 1896)- русский физик. Р. во Владимире. Окончил Московский ун-т (1860) и был оставлен для подготовки к профессорскому званию. В 1862 - 66 совершенствовал знания у Г. Магнуса, Г. Кирхгофа и В. Вебера. После возвращения из заграничной командировки работал в Московском ун-те (с 1873 - профессор). Научные работы посвящены электромагнетизму, оптике, молекулярной физике, философским вопросам науки. В докторской диссертации «Исследования функции намагничивания мягкого железа» (1872) впервые показал, что при увеличении намагничивающего поля магнитная восприимчивость железа вначале возрастает, а затем уменьшается, проходя через максимум. Впервые снял кривую магнитной проницаемости ферромагнетика (кривая Столетова). Предложил два важных метода магнитных измерений веществ - метод тороида с замкнутой магнитной цепью и баллистическое измерение намагничённости. Осуществил ряд экспериментов для определения величины отношения электромагнитных и электростатических единиц, получил значение, близкое к значению скорости света (1876).

В 1888 - 90 выполнил цикл работ по исследованию явления внешнего фотоэффекта, обнаруженного Г. Герцем в 1887. В 1888 независимо от В. Гальвакса и А. Риги переоткрыл этот эффект, создал первый фотоэлемент, основанный на внешнем фотоэффекте, и применил его на практике, рассмотрел вопрос об инерционности фототока и оценил его запаздывание по отношению к освещению в 0,001 с. Открыл прямую пропорциональную зависимость силы фототока от интенсивности падающего света (1-й закон внешнего фотоэффекта) и явление фотоэлектрического утомления - понижение чувствительности фотоэлемента со временем (1889), обнаружил фототок насыщения, показал его независимость от потенциала (1890). Является основоположником количественных методов исследования фотоэффекта, предложил метод фотоэлектрического контроля интенсивности света.

Изучал несамостоятельный газовый разряд, установил, что отношение

напряженности электрического поля к давлению газа при максимальном токе есть величина постоянная (константа Столетова). Исследовал критическое состояние вещества (1892-94).

Многое сделал для развития физики в России. В 1872 им была организована первая физическая лаборатория, был инициатором создания физического ин-та при Московском ун-те. Автор ряда философских очерков, в которых выступал как материалист, а также историко-научных. Воспитал многих русских физиков (Д. А. Гольдгаммер, П. А. Зилов, Н. П. Кастерин, Р. А. Колли, В. А. Михельсон, А. П. Соколов, Б. В. Станкевич, Н. Н. Шиллер, В. С. Щегляев и др.).

СТЕРДЖЕН Уильям (22.V 1783 - 4.XII 1850) - английский изобретатель. Р. в Уиттенгеме. В 1802 - 20 служил в армии, затем работал сапожником и занимался науками и конструированием приборов. Был лектором Военной семинарии Ост - Индийской компании в Аддискомбе, в 1840 - 44 - заведующий Галерей практических знаний в Манчестере.

Основные исследования посвящены электромагнетизму. Изобрёл (1823) динамо. В 1825 построил первый подковообразный электромагнит со стержнем из мягкого железа, обмотанным изолированной медной проволокой. Разработал (1828) метод амальгирования цинка. Сконструировал ряд электрических машин. Изучал также атмосферное электричество.

ТЕСЛА Никола (10.VII 1856-71 1943)-сербский ученый и области электротехники и радиотехники. Р. в с. Смелянах (Хорватия). Окончил Политехнический ин-т в Граце (1878) и Парижский ун-т (1880). Работал инженером в Будапеште, в 1882 - 84 - в Париже, с 1884 - на заводах Эдисона и Вестингауза в США.

Разработал ряд конструкций многофазных (преимущественно двухфазных) генераторов, электродвигателей и трансформаторов, а также схемы передачи и распределения многофазных токов. Открыл в 1888 (независимо от Г. Феррариса) явление вращающегося магнитного поля, на основе которого построил в 1889 - 90 электрические генераторы частотой от 5000 до 20000 Гц. Изобрел (1891) высокочастотный трансформатор (трансформатор Теслы) и первые электромеханические генераторы высокой частоты. Исследовал возможность беспроводной передачи сигналов и энергии на значительные расстояния и в 1899 демонстрировал лампы и двигатели, работающие без проводов на высокочастотных токах. Сконструировал ряд радиоуправляемых самоходных механизмов. Изучал физиологическое действие токов высокой частоты. Построил в 1899 радиостанцию на 200 кВт в Колорадо и радиоантенну высотой 57,6 м в Лонг-Айленде. Изобрел электрический счетчик, частотомер и др.

ТОМСОН (Кельвин) Уильям (26. VI 1824-17.XII 1907) - английский физик, один из основоположников термодинамики, член Лондонского королевского об-ва (1851), президент в 1890 - 95. В 1892 получил титул лорда Кельвина. Р. в Белфасте. Окончил Кембриджский ун-т (1845). В 1846-99 - профессор ун-та в Глазго (в 1846 организовал одну из первых физических лабораторий), с 1904 - президент.

Работы относятся к термодинамике, гидродинамике, электромагнетизму, упругости, теплоте, математике, технике. В 1851 сформулировал (независимо от Р. Клаузиуса) второе начало термодинамики: "в природе невозможен процесс, единственным результатом которого была бы механическая работа, совершенная

за счет охлаждения теплового резервуара". Соответственно этой формулировке второго начала термодинамики (по Томсону) была доказана невозможность вечного двигателя второго рода. Однако, исходя из открытого закона термодинамики и применяя его ко Вселенной как к целому, пришел (1852) к ошибочному выводу о неизбежности "тепловой смерти Вселенной" (гипотеза тепловой смерти Вселенной). Неправомерность такого подхода и ошибочность гипотезы доказал Л. Больцман.

Широко применял термодинамический метод для объяснения различных физических явлений. Ввел в 1848 понятие абсолютной температуры и абсолютную шкалу температуры, названную его именем (шкала Кельвина). Показал, как температура кипения жидкости в зависимости от давления связана с теплотой парообразования, объемом жидкости, образовавшимся из нее паром, установил в 1870, что упругость насыщенного пара зависит от формы поверхности жидкости. Вместе с Дж. Джоулем установил в 1853 - 54 изменение температуры газа при его медленном стационарном адиабатическом протекании сквозь пористую перегородку (эффект Джоуля - Томсона). Использование этого эффекта является одним из основных методов получения низких температур.

Открыл в 1856 третий термодинамический эффект (эффект Томсона): если вдоль проводника, по которому течет электрический ток, существует перепад температур, то, кроме джоулевой теплоты, в объеме проводника в зависимости от направления тока выделяется или поглощается еще некоторое количество теплоты (теплота Томсона). Построил термодинамическую теорию термоэлектрических явлений.

Плодотворно работал в области изучения электрических и магнитных явлений, в частности изучал магнитные свойства кристаллов. Открыл в 1851 изменение удельной электропроводности ферромагнетиков при их намагничивании (эффект Томсона). Сконструировал ряд высокочувствительных электрометров и гальванометров, универсальный компас и другие приборы. Дал расчет электрических колебаний в контуре, вывел в 1853 формулу зависимости периода собственных колебаний в контуре от его емкости и индуктивности (формула Томсона). Установил (1856) изменение сопротивления металлов в магнитном поле, перпендикулярном току. Теоретические исследования Томсона по электромагнетизму и ряд его технических изобретений значительно содействовали практическому осуществлению телеграфной связи, в частности по трансатлантическому кабелю, в прокладывании которого он принимал активное участие.

Известны его исследования по теплопроводности, которые он пытался использовать для расчета возраста Земли, изучал проблему вращения Земли вокруг оси, пришел к выводу, что морские приливы и отливы оказывают влияние на это вращение. Выдвинул (1902) гипотезу о строении атомов, осуществил расчеты размеров молекул и т. д.

Член многих академий наук и научных об-в, в частности Петербургской АН (1896).

УИТСТОН Чарлз (6.II.1802 - 19.X. 1875) - английский физик, член Лондонского королевского общества. Р. в Глостере. С 1834 - профессор Королевского колледжа в Лондоне.

Работы в области электромагнетизма, акустики, оптики. Сконструировал в

1837 электромагнитный телеграф и в 1858 первый практически пригодный автоматический телеграфный аппарат, в котором применялась запись текста телеграммы кодом Морзе на перфорированную ленту. В 1843 изобрел метод измерения сопротивления (мостик Уитстона). Сконструировал первые переменные реостаты (гри типа), в 1834 осуществил первые измерения скорости протекания тока в проводниках методом быстровращающегося зеркала (пытался использовать этот метод для измерения скорости света). Построил (1838) стереоскоп (с зеркалами). Независимо от других в 1867 предложил принцип самовозбуждения электрических машин. В 1835, исследуя спектр электрической искры, пришел к выводу, что он зависит лишь от материала электродов и не зависит от газа, в котором проскакивает искра.

Изготовил также музыкальные инструменты, изобрел в 1829 концертину, объяснил в 1833 акустические фигуры Хладни, установил (1837), что тембр звука определяется относительной интенсивностью обертонов.

ФАРАДЕЙ Майкл (22.IX 1791-25.VIII 1867) - английский физик, член Лондонского королевского об-ва (1824). Р. в Лондоне. Учился самостоятельно. В 1813 стал ассистентом Г. Дэви в Королевском ин-те в Лондоне, в 1825 - директором лаборатории Королевского ин-та, сменив на этом посту Г. Дэви, в 1833 - 62 - профессор кафедры химии.

Исследования в области электричества, магнетизма, магнитооптики, электрохимии. В 1821 впервые осуществил вращение магнита вокруг проводника с током и проводника с током вокруг магнита, создав тем самым лабораторную модель электродвигателя. В этом опыте наглядно проявилась связь между электрическими и магнитными явлениями. Не случайно, что в этом же году Фарадей поставил себе целью «превратить магнетизм в электричество». В 1831 открыл явление электромагнитной индукции - возникновение электрического тока в проводнике при изменении магнитного потока через контур проводника. В последующие годы подробно изучил открытое им явление и установил законы электромагнитной индукции, открыл (1835) экстрагоки при замыкании и размыкании и установил их направление.

Используя огромный экспериментальный материал Фарадей доказал тождественность известных тогда видов электричества: «животного», «магнитного», термоэлектричества, электричества, возникающего от трения, гальванического электричества. Стремление выяснить природу электрического тока привело его к экспериментам по прохождению тока через растворы кислот, солей и щелочей. Результатом этих исследований было открытие в 1833 законов электролиза (законы Фарадея). Кроме большого практического значения, эти законы стали также существенным аргументом в пользу дискретного характера электричества. Ввел понятия: подвижность (1827), катод, анод, ионы, электролиз, электролиты, электроды (1834), изобрел (1833) вольтметр. В 1845 открыл диамагнетизм и в 1847 - парамагнетизм. Обнаружил (1845) явление вращения плоскости поляризации света в магнитном поле (эффект Фарадея). Последнее было первым экспериментальным доказательством связи между светом и магнетизмом и положило начало магнитооптике.

В работах Фарадея по электромагнетизму важным также является понятие поля. Он первый в 30-х годах ввел понятие поля, в 1845 употребил термин «магнитное поле», отчетливо сформулировал свое понимание поля в 1852. По

мнению А. Эйнштейна, идея поля была самой оригинальной идеей Фарадея, самым важным открытием со времен Ньютона. У Ньютона и других ученых пространство выступало как пассивноеместилище тел и электрических зарядов, у Фарадея же пространство участвует в явлениях. «Надо иметь могучий дар научного предвидения, - писал А. Эйнштейн, - чтобы распознать, что в описании электрических явлений не заряды и не частицы описывают суть явлений, а скорее пространство между зарядами и частицами». Для описания электрических и магнитных явлений Фарадей ввел представление об электрических и магнитных силовых линиях, которые он, правда, считал реально существующими. Является создателем учения об электромагнитном поле. В 1846 в мемуаре «Мысли о лучевых колебаниях» высказал идею об электромагнитной природе света. В 1837 обнаружил влияние диэлектриков на электрическое взаимодействие (поляризацию диэлектриков) и ввел понятие диэлектрической проницаемости. Высказал мысль о распространении электрического и магнитного взаимодействий через промежуточную среду. В 1843 экспериментально доказал закон сохранения электрического заряда. Близко подошел к открытию закона сохранения и превращения энергии, высказал (1840) мысль о единстве сил природы (различных видов энергии) и их взаимном превращении.

Был популяризатором физики, в частности широко известна его книга «История свечи», переведенная почти на все языки мира.

Член Петербургской АН (1830).

ФИК Адольф (3.IX 1829 - 21.VIII 1901) - немецкий физиолог. Профессор Цюрихского (с 1855) и Вюрцбургского (1868-99) университетов. Основные исследования по термодинамике мышц. Ф. опроверг взгляд Ю. Либиха на белки как на единственный источник энергии мышечной деятельности, доказал действительность закона сохранения энергии при мышечном сокращении, разработал методику исследования эластичных свойств мышц, усовершенствовал миотермическую и миографическую аппаратуру. Ф. - автор работ по сравнительной физиологии возбудимых тканей, диоптрике глаза и цветоощущению, физиологии кровообращения и др. Сформулировал принцип, положенный в основу методов исследования минутного объема сердца ("принцип Фика").

ФИНЗЕН Нильс Рюберг (15.XII 1860 - 24.IX 1904) - датский физиотерапевт, основоположник научной разработки светолечения. В 1890 окончил медицинский факультет Копенгагенского университета. Основатель и директор (1896-1904) института светолечения в Копенгагене. Труды по проблемам физиологического действия света на организм. Результаты экспериментальных исследований Ф. послужили основой лечебного применения света. За вклад в учение о биологическом действии ультрафиолетовых лучей и их лечебном применении (в частности, при туберкулезе кожи) - Нобелевская премия (1903).

ФЛЕМИНГ Джон Амброс (29.XI 1849 - 18.IV 1945) - английский физик, член Лондонского королевского общества (1892). Р. в Ланкастере. Окончил Лондонский университет (1870). В 1877-81 работал в Кавендишской лаборатории, в 1881-82 - профессор Ноттингемского университета, 1882 - консультант эдисоновской компании в Лондоне, 1885 - 1926 - профессор Лондонского университета.

Работы посвящены радиотелеграфии, радиотелефонии, радио - и

электротехнике. Предложил правило правой руки для определения направления индукционного тока в проводнике (правило Флеминга). Изобрёл в 1904 двухэлектродную электронную лампу (диод).

Медали Д. Юза (1910), М. Фарадя (1928).

ФРАНКЛИН Бенджамин (Веспиамин) (17.I 1706 - 17.IV.1790) – американский физик, политический и общественный деятель. Родился в Бостоне. Образование получил самостоятельно. В 1727 основал в Филадельфии собственную типографию. Издавал (1729 - 48) «Пенсильванскую газету». Основал в 1731 первую в США публичную библиотеку, в 1743 - американское философское общество, в 1751 - Пенсильванский университет. В 1737 - 53 - почтмейстер Пенсильвании, в 1737 - 74 - североамериканских колоний. Сыграл значительную роль в борьбе северо-американских колоний за независимость, принимал участие в составлении «Декларации независимости» и выработке конституции США, выступал против угнетения негров и рабства.

Основные научные работы в области электричества. В 1746 - 54 осуществил ряд экспериментальных исследований, принесших ему широкую известность. Объяснил действие лейденской банки, построил первый плоский конденсатор, состоящий из двух параллельных металлических пластин, разделенных стеклянной прослойкой, изобрел в 1750 молниевод, доказал в 1753 электрическую природу молнии (опыт со змеем) и тождественность земного и атмосферного электричества.

Разработал (1750) теорию электрических явлений - так называемую «унитарную теорию», согласно которой электричество представляет собой тонкую жидкость, пронизывающую все тела. В каждом незаряженном нейтральном теле всегда содержится определенное количество «электрической жидкости». Если по каким-либо причинам в теле появляется ее избыток, то тело заряжается положительно, когда ее недостает - отрицательно. В этой теории Франклина впервые было введено понятие положительного и отрицательного электричества (заряда) и их обозначение «+» и «-». Исходя из этой теории, объяснил наблюдаемые им явления. В унитарной теории Франклина содержался закон сохранения электрического заряда. Свои исследования Франклин изложил в письмах (1747 - 54) к члену Лондонского королевского общества П. Коллинсу, который опубликовал их. Письма стали широко известны и имели большой успех в Европе.

Работы относятся также к теплопроводности тел, в частности металлов, к распространению звука в воде и в воздухе и т.п. Является автором ряда технических изобретений, в частности применения электрической искры для взрыва пороха.

Член Лондонского королевского общества (1756) и Петербургской АН (1789).

ХЕВИСАЙД Оливер (18.V 1850 - 3.11 1925) -английский физик и математик, член Лондонского королевского об-ва (1891). Р. в Лондоне. Работал в телеграфной компании в Ньюкасле, в 1874 оставил работу из-за прогрессирующей глухоты. Научные исследования проводил в собственной лаборатории.

Основные физические работы относятся к электромагнетизму и математической физике. Развил теорию электромагнитного поля Максвелла, особенно подчеркивал симметрию электрического и магнитного полей, определял

поля, создаваемые различными конфигурациями движущихся зарядов, независимо от Дж. Пойнтинга рассматривал вопрос о потоке энергии электромагнитного поля и получил энергетические соотношения. Автор пятитомной монографии "Электромагнитная теория". Независимо от Дж. Релея построил (1886) теорию скин-эффекта. Постулировал (1902) существование ионизированного слоя атмосферы, отражающего электромагнитные волны. Один из творцов операционного исчисления.

ШВЕЙГГЕР Иоганн (8.IV 1779-6.IX 1857) - немецкий физик. Р. в Эрлангене. В 1800 получил степень доктора философии в Эрлангенском ун-те, где работал. С 1803 - профессор гимназии в Бауреуте, в 1811 - 16 - Политехнической школы в Нюрнберге. С 1819 - профессор ун-та в Галле.

Работы относятся к изучению электрических явлений и конструированию электрических приборов. Изобрёл элекстрометр (1808), пружинный гальванометр, электромагнитный мультипликатор (1820), названный его именем (мультипликатор Швейггера).

ШОКЛИ Уильям Брэдфорд (р. 13.II 1910) - американский физик, член Национальной АН (1951). Р. в Лондоне. Окончил Калифорнийский технологический ин-т (1932). В 1936 - 55 работал в лабораториях Бэлл-Телефон. В 1955 - 58 - директор лаборатории полупроводников «Бекман Инструменте Инкорпорейшн», в 1958 - 60 - президент «Шокли Транзистор Корпорейшн», в 1960 - 63 - директор «Шокли Транзистор», 1963 - 75 - профессор Станфордского ун-та.

Работы в области физики твердого тела и физики полупроводников (энергетические уровни в твердых телах, теория дислокации и границы зерен, эксперименты и теория ферромагнитных доменов, физика транзисторов, теория вакуумных ламп). Открыл «эффект поля», имевший важное значение для изобретения транзистора (1948). Предложил механизм рекомбинации, основанный на предположении, что дефекты в кристалле служат своего рода катализаторами для процесса рекомбинации. Экспериментально доказал участие неосновных носителей в процессе переноса в твердых телах, наблюдал дрейф и диффузию дырок. Изобрел способ создания диффузионного базового электрода (диффузионный базовый транзистор). Осуществил подробное исследование эффекта усиления и контролируемой инжекции носителей тока в полупроводниках и положил начало большой серии работ по изучению свойств германия и кремния. В 1949 совместно с Дж. Хейнсом осуществил эксперимент, позволивший непосредственно определить подвижность и время жизни неосновных носителей заряда в германии (опыт Хейнса - Шокли), с Г. Сулом открыл влияние магнитного поля на концентрацию дырок и электронов. В 1949 предсказал возможность осуществления триода р-п переходом, вывел формулу для плотности полного тока в р-п переходе (уравнение Шокли), исходя из своей теории р-п перехода, предложил р-п-р транзистор. Предсказал (1951) эффект насыщения в полупроводниках, предложил метод определения эффективной массы. Нобелевская премия (1956).

ШОТТКИ Вальтер (23. VII 1886-4.III 1976) - немецкий физик. Р. в Цюрихе. Учился в Берлинском ун-те, где в 1912 получил степень доктора философии. В 1920 - 23 - лектор Вюрцбургского ун-та, 1923 - 27 - профессор Ростокского. В 1916-19 и с 1927 работал в лабораториях «Сименс и Гальске».

Исследования относятся к физике твердого тела, статистике, электронике, физике полупроводников, термодинамике. В 1915 изобрел электронную лампу с экранной сеткой. Открыл явление возрастания электронного тока насыщения под действием внешнего ускоряющего электрического поля (эффект Шоттки) и разработал (1914) его теорию. Предложил (1918) супергетеродинный принцип усиления. В 1930 рассмотрел пустые узлы кристаллической решетки, нескомпенсированные атомом в междоузлии (дефекты по Шоттки), в 1939 исследовал потенциальный барьер, образующийся в приконтактном слое «полупроводник - металл» (барьер Шоттки), и построил теорию полупроводниковых диодов с таким барьером (диоды Шоттки, или диоды с барьером Шоттки). Предложил механизм проводимости в полупроводниках. Внес значительный вклад в изучение процессов в электронных лампах и полупроводниках [561].

Создал школу физиков. Немецким физическим об-вом учреждена премия имени В. Шоттки за работы в области физики твердого тела.

ЭДИСОН Томас Алва (11.11 1847-18.X 1931) - американский изобретатель, член Национальной АН (1927). Р. в Майлане. С 12 лет работал разносчиком газет, затем (1863) телеграфистом. В 1868 занялся изобретательством, организовал (1870) лабораторию в Нью-Арке, затем в 1876 в Менло-Парке, с 1887 в Уэст-Ориндже возглавлял организованный им изобретательский центр.

Усовершенствовал телефон Белла и лампу накаливания, изобрел в 1877 фонограф, который сам же усовершенствовал в 1889, разработал систему освещения, сконструировал патрон и цоколь с резьбой, предохранитель, электросчетчик, поворотный выключатель, рекордер, мегафон и др. Ввел в практику параллельное включение ламп, построил сверхмощные в то время электрогенераторы и запустил в эксплуатацию в 1881 первую тепловую электростанцию с разветвленной сетью подачи электроэнергии. Изобрел железнодорожный тормоз, щелочные железо-никелевые аккумуляторы, аппарат для записи телефонных разговоров, усовершенствовал кинематографическую камеру. Первый наблюдал (1883) явление термоэлектронной эмиссии (эффект Эдисона) и многое другое. Запатентовал более 1000 изобретений.

Иностраный член АН СССР (1930).

ЭЙНГХОВЕН Виллем (21.V 1860 - 29. IX 1927) - нидерландский физиолог. Окончил университет в Утрехте (1885). С 1885 профессор физиологии Лейденского университета. Основные труды по электрофизиологии. В 1903 созданием струнного гальванометра Э. положил начало клинической электрокардиографии. Математический анализ электрокардиограмм позволил Э. внести существенные уточнения в расшифровку электрических реакций сердца. Э. принадлежат идея трёх отведений токов сердца, схема треугольника (треугольник Э.), иллюстрирующая изменение высоты зубцов электрокардиограммы и их взаимодействие в зависимости от способа отведения, физиологическое объяснение каждого зубца и интервала электрокардиограммы. Предложил (1913) векторкардиографию. Один из первых исследователей в области нейроэлектрофизиологии. Выявил импульсную активность в т. н. депрессорном нерве, зарегистрировал импульсную активность в нервных путях симпатической системы. Нобелевская премия (1924).

ЭРСТЕД Ханс Кристиан (14.VIII 1777-9.III 1851) - датский физик, непреременный секретарь Датского королевского об-ва (с 1815). Р. в Рудкёбинге (о. Лангелани). Окончил Копенгагенский ун-т (1797). С 1806 - профессор этого ун-та, с 1829 одновременно директор Копенгагенской политехнической школы. Работы посвящены электричеству, акустике, молекулярной физике. В 1820 обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку, что привело к возникновению новой области физики - электромагнетизма. Идея взаимосвязи между различными явлениями природы характерна для научного творчества Эрстеда; в частности он один из первых высказал (1821) мысль, что свет представляет собой электромагнитные явления. В 1822 - 23 независимо от Ж. Фурье переоткрыл термоэлектрический эффект и построил первый термоэлемент. Экспериментально изучал сжимаемость и упругость жидкостей и газов. Изобрел пьезометр (1822). Проводил исследования по акустике, в частности пытался обнаружить возникновение электрических явлений за счет звука. Исследовал отклонения от закона Бойля - Мариотта. Был блестящим лектором и популяризатором, организовал в 1824 Общество по распространению естествознания, создал первую в Дании физическую лабораторию, способствовал улучшению преподавания физики в учебных заведениях страны. Почетный член многих академий наук, в частности Петербургской АН (1830).

ЯКОБИ Борис Семенович (21.IX 1801-27.II 1874) - русский физик и электротехник, член Петербургской АН (1847). Р. в Потсдаме. Учился в Гёттингенском ун-те. В 1834 переехал в Кенигсберг, в 1835 - профессор Дерптского ун-та, с 1837 жил в Петербурге.

Работы в области электромагнетизма и его практического применения. Изобрел в 1834 электродвигатель с вращающимся рабочим валом, открыл явление возникновения обратной э. д. с.. построил лодку с электродвигателем, имевшим мощность 1 л. с. В 1838 изобрел гальванопластику и много сделал для внедрения ее в печатное и монетное дело, для изготовления художественных изделий. Сконструировал ряд телеграфных аппаратов, один из первых построил подземные (кабельные) телеграфные линии, в частности линию Петербург - Царское Село длиной около 25 км. Много сделал для создания отечественного электротехнического оборудования, построил ряд электротехнических приборов - вольтметр, проволочный эталон сопротивления, несколько конструкций гальванометров, регулятор сопротивления и т. п. Работы Якоби сыграла важную роль в организации электротехнического образования в России.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Александров С.Г., Федоров Р.Е. Советские спутники и космические корабли. – М.: Изд. АН СССР, 1961.-440с.
2. Беркенблит М.Б., Глаголева Е.Г. Электричество в живых организмах.-М.: Наука, 1988.-288с.
3. Бренев И.В. Начало радиотехники в России.- М.: Сов.радио,1970.-256с.
4. Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы: Справочник/ Под ред.Т.С.Виноградовой - М.,1986.-416с.
5. Калакутский Л.И., Манелис Э.С. Аппаратура и методы клинического мониторинга: Учебное пособие. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 1999. - 160с.
6. Калакутский Л.И. Радиотехника. Хронология событий.- Самара: СГАУ, 2003.136с.
7. Клаус Е.М. Поиски и открытия. -М.: Наука,1986.- 176с.
8. Лауэ М. История физики. -М.: ГИИТЛ, 1956.-229с.
9. Левинсон А. Р. Электромедицинская аппаратура.– 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1984. – 344 с.
10. Лошилов В.И., Калакутский Л.И. Биотехнические системы электронейростимуляции. М.: МГТУ, 1991.169с.
11. Льюиди М. История физики.-М.: Мир, 1970.-464с.
12. Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения./Пер. с англ.: Л. Кромвелл и др. –М.: Радио и связь,1981.-344с.
13. Микрокомпьютерные медицинские системы. Проектирование и применение/ Пер. с англ.: Под ред. У. Томпкинса.-М.: Мир,1983.-544с.
14. Науменко А.Я, Скотников В.В. Основы электроплетизмографии.-Л.: Медицина, 1975.-216с.
15. Родионов В.М. Зарождение радиотехники.- М.: Наука,1985.-240с.
16. Словарь физиологических терминов.– М.: Наука, 1987. 446 с.
17. Уилсон М. Американские ученые и изобретатели.-М.: Знание, 1964.-151с.
18. Утямышев Р.И. Радиоэлектронная аппаратура для исследования физиологических процессов. –М.: Энергия, 1969. 348 с.
19. Физика. Большой энциклопедический словарь /Гл. ред. А.М. Прохоров.-М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – 944с.
20. Храмов Ю.А. Физика: Биографический справочник.-М.: Наука,1913.-399с.
21. Электроника: Энциклопедический словарь / Гл. ред. В.Г. Колесников. –М.: Сов. энциклопедия, 1991. – 688с.
22. Эман А.А. Биофизические основы измерения артериального давления.– Л.: Медицина, 1983. 128с.
23. www.ecglibrary.com
24. www.ecg.ru
25. www.tryphonov.narod.ru
26. <http://www.tomograph.ru>

Учебное издание

Калакутский Лев Иванович

**БИОМЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА.
ХРОНОЛОГИЯ СОБЫТИЙ**

Учебное пособие

Редактор Т. К. К р е т и н и н а
Корректор Т. К. К р е т и н и н а

Подписано в печать 10.12.2003 г. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,06. Усл. кр.-отт. 9,18. Уч.-изд.л. 9,75.
Тираж 100 экз. Заказ 104 . Арт. С-8(ДЗ)/2003.

Самарский государственный аэрокосмический
университет им. академика С. П. Королева.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

РИО Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443001 Самара, ул. Молодогвардейская, 151.



Новые Приборы

ИНЖЕНЕРНО-МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР

Разработка, производство и поставка медицинской аппаратуры:

- приборы клинического мониторинга жизненно важных функций организма для отделений анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии
- аппаратура электронной стимуляции и рефлексотерапии

Пульсоксиметр ЭЛОКС-01С2

Измерение и мониторинг уровня насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом SpO_2 , ЧСС, тревожная сигнализация.



Пульсоксиметр ЭЛОКС-01М2

Дополнительно: отображение на дисплее фотоплетизмограммы периферического пульса, трендов SpO_2 , ЧСС.



Ритмокард: монитор ЭЛОН-001

Измерение и мониторинг ЧСС (по R-R), показателей активности ВНС, полученных путем анализа R-R по методу вариационной пульсометрии. Отображение ЭКГ в 1 отведении.



Монитор артериального давления КОРОС-АДМ

Измерение и мониторинг параметров артериального давления крови - величин систолического, диастолического и среднего давления, а также ЧСС.



Анестезиологический монитор КОРОС 300

Измерение и мониторинг SpO_2 , ЧСС, показателей активности ВНС, полученных путем анализа R-R по методу вариационной пульсометрии, наблюдение ЭКГ в одном из стандартных отведений, наблюдение фотоплетизмограммы.



Прибор для диагностики состояния биологически активных точек НАТ

Определения электрических параметров биологически активных точек по методике И. Накатани и по методике проф. А.Т. Неборского



Электростимулятор для контроля нейромышечной функции во время наркоза «НЕЙРОМИОТЕСТ-ОТВЕТ-01»

Контроль нейромышечной функции на фоне введения мышечных релаксантов путем диагностической электростимуляции периферических двигательных нервов и наблюдения выраженности вызванных мышечных ответов.



Противоболевой биорегулируемый электронейростимулятор "ЭЛИМАН-401"

Лечение интенсивных послеоперационных болей, интенсивных болей травматического характера в условиях стационара
Достижение анальгезии при общей анестезии во время хирургических операций
Лечение болей при хронических болевых синдромах нейрогенного происхождения



Электронейростимулятор для профилактики и лечения дистресса плода "ЭЛИМС-501"

В акушерстве и гинекологии: лечение гестозов; лечение фетоплацентарной недостаточности; профилактика и лечение внутриутробной гипоксии плода.



МОДУЛИ РЕГИСТРАЦИИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

- регистрация фотоплетизмографического сигнала периферического пульса с помощью датчиков, работающих по принципу анализа отраженного от тканей и проходящего через ткани оптического излучения;
- ввод данных в ПЭВМ для целей анализа контура пульсовых колебаний, вычисления показателей вариабельности сердечного ритма по методике вариационной пульсометрии.
- регистрация биоэлектрической активности мышц (электромиографического сигнала) с помощью накожных электродов, цифровую индикацию показателя интегральной мышечной активности;
- ввод электромиограммы в ПЭВМ для целей анализа мышечной активности
- совместно со специализированным электростимулятором - исследование вызванной мышечной активности.
- определение уровня насыщения гемоглобина артериальной крови кислородом в диапазоне 0 – 100% и частоты сердечных сокращений в диапазоне 30 – 240 уд/мин;
- цифровая индикацию показателей;
- отображение данных на графическом дисплее;
- ввод данных в ПЭВМ;
- высокая помехоустойчивость, в т.ч. к артефактам движения.

Более подробная информация: ЗАО Инженерно-медицинский центр "Новые Приборы"

443001, г. Самара, а/я 11137, тел./факс (8462) 35-64-26, 35-74-64
E-mail : biotech@ssau.ru Internet : www.eliman.ru