

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальный физический практикум

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность (профиль)

«Биофизика и медицинская инженерия»

Квалификация выпускника: магистр

Ставрополь 2026

Содержание

Тема 1. Методы исследования биоэлектрической активности человека.

Тема 2. Методы и способы исследования неэлектрических характеристик человека

Тема 3. Методы биологической интроскопии

Тема 4. Лабораторные комплексы анализа физиологических данных

Введение

Цель – формирование набора профессиональных компетенций будущего магистра по направлению подготовки 03.04.02 – Физика.

Задачи:

Задачи курса заключаются в освоении студентами:

- физических основ и видов физических сигналов, характеризующих тело человека;
- методов и приборов для исследования биоэлектрической активности человека;
- принципами воздействия на электрические процессы в тканях организмов;
- физических основ, используемых в Аппаратах для исследования неэлектрических характеристик человека;

Изучение дисциплины направлено на развитие навыков критического восприятия и оценки источников информации, умения логично формулировать, излагать и аргументированно отстаивать собственное видение проблем и способов их разрешения; овладение приемами ведения дискуссии, полемики, диалога.

Тема 1. Методы исследования биоэлектрической активности человека

Цель занятия: изучить приборы и методы для исследования биоэлектрической активности человека.

Организационная форма занятия: изучение теоретического материала, выполнение лабораторной работы.

Методические рекомендации

Первая группа биосигналов включает сигналы, обусловленные биоэлектрической активностью органов и тканей, связанные с наличием в организме сравнительно низкочастотных электрических полей биологического происхождения, вызванные электрохимическими и кинетическими процессами, протекающими в организме. Они, как правило, характеризуют функционирование отдельных органов и функциональных систем. Низкочастотные электрические поля в значительной степени экранируются проводящими тканями биологического объекта с неоднородным распределением электрической проводимости.

Электрические поля являются причиной создания на кожном покрове биоэлектрических потенциалов, при этом можно выделить квазистатический электрический потенциал, имеющийся на определенном участке

поверхности, и потенциал, изменяющийся синхронно с изменением свойств определенного органа или системы при его функционировании.

Таким образом, на кожном покрове будет иметься постоянный потенциал относительно зоны, взятой за базовую, и переменный - который характеризует работу соответствующего органа или функциональной системы. Спектр переменных биосигналов, характеризующих функционирование органов и систем, лежит в полосе частот от долей Гц до единиц кГц. Разность квазистатических потенциалов между участками на кожном покрове человека достигает долей вольта и, в значительной степени, зависит от электродов, с помощью которых они регистрируются. Разность переменных потенциалов оценивается в диапазоне от мкВ до десятков мВ.

Наибольшую диагностическую ценность имеют переменные биосигналы, характеризующие функционирование сердца, центральной нервной системы, опорно-двигательного аппарата, состояние нервно-мышечной проводимости и др. Приведем краткую характеристику некоторых из них.

Электрокардиографический (ЭКГ) метод представляет собой исследование изменения во времени электрического потенциала определенных участков кожи возникающее под действием биоэлектрической активности сердца.

Диапазон изменений амплитуды ЭКГ сигнала составляет 0,3...3,0 мВ; частотный диапазон сигнала составляет - 0,05..300 Гц.

Используется в кардиологической диагностике для контурного, в том числе и визуального анализа сигнала на коротких записях, автоматизированного поиска и идентификации аномальных участков сигнала при длительной записи (системы Холтеровского мониторинга), определении показателей вариабельности ритма сердца. В системах клинического мониторинга электрокардиографический сигнал используется для отображения на экране монитора с целью визуального наблюдения сигнала в нескольких отведениях, **для** диагностики нарушений ритма, для слежения за показателями вариабельности сердечного ритма, отражающими состояние регуляторных процессов в организме.

Магнитокардиографический метод представляет собой исследование изменения во времени магнитного поля, возникающего вследствие биоэлектрической активности сердца. Регистрируется бесконтактно с помощью магнитометров, преобразующих интенсивность магнитного поля в электрический сигнал. Магнитокардиографический сигнал используется в кардиологической диагностике в частности в перинатологии, для контурного визуального анализа сигнала на коротких записях, а также для картирования распределения магнитного поля по сердцу.

Электроэнцефалографический метод - представляет собой исследование изменения во времени электрического потенциала определенных участков кожи головы возникающее под действием биоэлектрической активности центральной нервной системы.

Диапазон изменений амплитуды ЭЭГ сигнала составляет 0,002.0,1 мВ; частотный диапазон сигнала составляет - 0,3.80 Гц. Регистрация и анализ ЭЭГ сигналов используется в диагностике функционального состояния мозга и его отдельных участков, в основном, путем топографического анализа амплитуд отдельных частотных компонент сигнала, называемых ритмами, на коротких записях. Основными ритмами ЭЭГ сигнала являются: альфа-ритм (8.. 13 Гц), бета-ритм (13.. 35 Гц) и гамма-ритм (35.. 80 Гц).

Электроэнцефалография применяется при мониторинге активности центральной нервной системы, в частности, при определении глубины анестезии с помощью биспектрального анализа ЭЭГ сигнала, а также путем оценки вызванных аудиторных биопотенциалов мозга. ЭЭГ сигнал также находит применение в системах человеко-машинных интерфейсов для передачи данных от человека-оператора к управляемому с помощью биосигналов автоматизированному машинному комплексу.

Электрокортикографический метод представляет собой исследование изменения во времени электрического потенциала определенных участков головного мозга с помощью электродов отводящих биопотенциалы непосредственно от коры головного мозга. Диапазон изменения амплитуды сигнала составляет 0,01.0,2 мВ, частотный диапазон составляет 0,3.80 Гц. Электрокортикографический сигнал используется в исследованиях и детальной диагностике функционального состояния мозга и его отдельных участков, в основном, путем топографического контурного анализа сигнала на коротких записях.

Электромиографический (ЭМГ) метод представляет собой исследование изменения во времени электрического потенциала мышц. Потенциал регистрируется с помощью электродов накладываемых на кожу в проекции исследуемых мышц. Диапазон изменения амплитуды сигнала составляет 0,02.3,0 мВ, частотный диапазон составляет 0,1.1000 Гц. Регистрация и обработка ЭМГ сигнала используется в диагностике функционального состояния нервно-мышечной проводимости, состояния опорно-двигательного аппарата в основном, путем анализа топографии и амплитуды сигнала на коротких записях. Используется при исследовании выраженности Н-рефлекса также применяется при мониторинге нервно-мышечной проводимости во время наркоза.

Электроокулографический метод представляет собой исследование изменения во времени корнеоретинального электрического потенциала, вызываемого движением глазного яблока. Регистрируется с помощью электродов накладываемых на кожу в области век.

Диапазон изменения амплитуды электроокулографического сигнала составляет 0,01.0,2 мВ, частотный диапазон составляет 0,1.7 Гц. Электроокулографические сигналы используются в диагностике функционального состояния вестибулярного аппарата у человека, путем топографического контурного анализа сигнала на коротких записях, в частности, для диагностики нистагма, характеризующего нарушения нормального функционирования организма на вестибулярные воздействия.

Электрогастрографический метод представляет собой анализ изменения во времени электрического потенциала, возникающего при работе желудочно-кишечного тракта. Регистрируется с помощью электродов накладываемых на кожу передней брюшной стенки.

Диапазон изменения амплитуды электрогастрографического сигнала составляет 0,2.. 1,0 мВ, частотный диапазон составляет 0,05...2,0 Гц. Электрогастрография используется в диагностике функционального состояния желудочно-кишечного тракта, в основном, путем топографического контурного анализа сигнала на коротких записях.

Метод кожногальванической реакции (по Тарханову) представляет собой исследование медленного изменения во времени электрического потенциала определенных участков кожи в ответ на психологические тесты. По Фере кожногальваническая реакция проявляется в изменении электрокожного сопротивления. Кожногальваническую реакцию связывают с секреторной деятельностью потовых желез, расположенных под электродами и контролируемые непосредственно ЦНС.

Резкое падение сопротивления кожи является показателем эмоциональной активации в момент принятия решения. Диапазон изменения амплитуды сигнала кожногальванической реакции составляет 0,1.2 мВ, частотный диапазон составляет 0,1.10 Гц. Регистрация и обработка сигнала кожногальванической реакции используется в диагностике психоэмоционального состояния человека путем контурного анализа сигнала на коротких записях.

Фонокардиографический метод представляет собой исследование изменения во времени акустических (звуковых) проявлений работы сердца. Регистрируется с помощью микрофона, накладываемого на грудь обследуемого в проекции сердца и преобразующего звуковые колебания в электрический сигнал.

Диапазон изменения амплитуды фонокардиографического сигнала в зависимости от типа используемого микрофона составляет 0,1.2 мВ, частотный диапазон составляет 20.800 Гц.

Фонокардиография используется в кардиологической диагностике путем контурного визуального анализа сигнала на коротких записях, часто в совокупности с электрокардиографическими сигналами. В электронных стетоскопах используется для прослушивания сердечных тонов и выявления патологий в биомеханике сердца.

Сфигмографический метод представляет собой исследование изменения во времени колебаний сосудистой стенки. Реализуется с помощью датчиков давления преобразующих колебания сосудистой стенки в электрический сигнал, накладываемых на кожу в местах пролегания сосудов в непосредственной близости от поверхности кожи.

Диапазон изменения амплитуды сфигмографического сигнала в зависимости от применяемого датчика составляет 0,1.2 мВ, частотный диапазон составляет 0,3.70 Гц. Регистрация сфигмографических сигналов

используется в кардиологической диагностике для контурного анализа сигнала на коротких записях с целью определения эластических свойств сосудов и дисфункции сосудистого эндотелия, а также в системах неинвазивного мониторинга артериального давления.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Приборы и аппараты для исследования электрических характеристик организма.
2. Биопотенциалы сердца.
3. Измерение биопотенциалов сердца.
4. Электрокардиограф
5. Ознакомление со схемными и конструктивными решениями электрокардиографа «Cardiovit» АТ-102 Plus приобретение навыков работы.

Основная литература: 1,3,6

Дополнительная литература: ,3,4,5.

Интернет ресурсы: 1-3

Тема 2. Методы и способы исследования неэлектрических характеристик человека

Цель занятия: изучить приборы и освоить методы для исследования неэлектрических характеристик организма человека.

Организационная форма занятия: изучение теоретического материала, выполнение лабораторной работы.

Методические рекомендации

Следующая группа биосигналов требует для своей регистрации приложения к биологическим тканям внешних физических полей.

Реографический метод представляет собой исследование изменения во времени электрического сопротивления участка биологической ткани, расположенного между измерительными электродами. Для регистрации реографического сигнала через участок исследуемых биологических тканей пропускается переменный электрический ток с частотой порядка сотен кГц и амплитудой не превышающей 1 мА. Амплитуда сигнала измеряется как

падение напряжения на участке биологических тканей, расположенных между измерительными электродами и составляет не менее 1 мВ. Частотный диапазон биосигнала составляет 0,3...70 Гц. Методы реографии используются в кардиологической практике для определения параметров центрального кровотока (по Тищенко), например, величины сердечного выброса с помощью дифференциальной реограммы, и параметров периферического кровотока, например, формы пульсовой волны, величины индекса перфузии.

Фотоплетизмографический метод представляет собой исследование изменения во времени объема кровеносного сосуда под действием пульсовых волн. Для регистрации фотоплетизмографического сигнала через исследуемый участок биологических тканей пропускается поток излучения оптического или инфракрасного диапазона. Величина сигнала измеряется как ослабление излучения, проходящего через исследуемый участок биологической ткани, содержащей кровеносный сосуд (или отраженного от участка, исследуемой биологической ткани). Амплитуда сигнала при использовании широкополосного фотоприемника составляет не менее 0,1 мВ. Частотный диапазон составляет 0,3-70 Гц. Методы фотоплетизмографии используются в кардиологической практике для определения параметров периферического кровотока, например, с целью определения эластических свойств сосудов. В клиническом мониторинге используется при построении пульсоксиметров для неинвазивного мониторинга степени насыщения крови кислородом.

Плетизмографический метод представляет собой исследование изменения во времени давления в компрессионной манжетке, охватывающей исследуемый кровеносный сосуд (например, плечевая окклюзионная манжетка). Для регистрации плетизмографического сигнала в компрессионной манжетке создается окклюзионное давление воздуха. Величина сигнала измеряется с помощью датчика давления воздуха, подключаемого к манжетке. Амплитуда изменения сигнала при использовании современных тензометрических датчиков давления составляет порядка 0,1 мВ. Частотный диапазон составляет 0,3-70 Гц.

Методы плетизмографии используются при построении приборов измерения артериального давления крови, а так же при исследовании эластических свойств сосудов.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Приборы и аппараты для исследования неэлектрических характеристик организма.
2. Измерение частоты и объема дыхания.
3. Спирометр.
4. Ознакомление со схемными и конструктивными решениями приборов измерения частоты и объема дыхания и приобретение навыков работы с

электронной медицинской платформой Mysignals.

Основная литература: 1,2,3.6

Дополнительная литература: ,3,4,5.

Интернет ресурсы: 1-3

Тема 3. Методы биологической интроскопии.

Цель занятия: изучить виды медицинской интроскопии и приборную базу для проведения соответствующих исследований.

Организационная форма занятия: изучение теоретического материала, выполнение лабораторной работы.

Методические рекомендации

Все излучения, используемые в интроскопии, условно делятся на две группы: ионизирующие и неионизирующие. Ионизирующие излучения включают квантовые и корпускулярные излучения. В медицинской интроскопии к квантовым излучениям относят рентгеновское (тормозное) и гамма-излучения, к корпускулярным: потоки электронов, протонов, нейтронов и других частиц.

К неионизирующим излучениям можно отнести:

- ИК излучение;
- резонансное излучение (излучение, возникающее в объекте в постоянном магнитном поле под действием радиочастотных импульсов);
- ультразвуковое излучение.

В современной медицинской интроскопии для преобразования невидимого поля излучения биологических объектов в видимое изображение используется практически весь спектр электромагнитного излучения, от радиоволн до гамма-излучения. Электромагнитное излучение позволяет получать изображение внешних и внутренних структур исследуемого объекта.

Вся шкала в спектре электромагнитного излучения условно подразделена на семь диапазонов (в зависимости от их частоты и длины волны в вакууме): радиоволны, микроволновое излучение, инфракрасные волны, видимые волны, ультрафиолетовые волны, рентгеновские волны, гамма-излучение.

В зависимости от диапазона электромагнитного излучения можно выделить следующие виды медицинской интроскопии:

1. Ядерно-магнитно-резонансная (ЯМР) интроскопия базируется на основе радиоволнового излучения (с длиной волны λ от $5 \cdot 10^{-5}$ до 10^{10} м)
2. Инфракрасная интроскопия основана на инфракрасном излучении (с длиной волны λ от 700 до 10^5 нм).
3. Эндоскопическая интроскопия использует диапазон видимого излучения (с длиной волны λ от 400 до 760 нм)
4. Ультрафиолетовая интроскопия использует область ультрафиолетового излучения (с длиной волны λ от 200 до 400 нм).
5. Рентгеновская интроскопия с λ рентгеновского излучения от 80 до 10^{-4} нм.
6. Радионуклидная или радиоизотопная интроскопия на основе гамма-излучения с длиной волны менее 10^{-4} нм.
7. Ультразвуковая интроскопия основана на излучении не электромагнитной, а акустической природы. В ее основе лежат упругие колебания и волны с частотами более 20 кГц с верхним пределом ультразвуковых частот 10^9 - 10^{13} Гц.

Магнитно-резонансная томография (МРТ). МРТ является одним из наиболее эффективных применений радиоволнового излучения для целей медицинской интроскопии. Это томографический метод исследования внутренних органов и тканей с использованием физического явления ядерного магнитного резонанса. Для получения изображений в МРТ используются постоянное магнитное поле высокой напряженности и комбинации с электромагнитными радиоволнами.

Данный метод позволяет получать без особенного риска для пациента не только высококачественное анатомическое изображение «срезов» частей тела в любой плоскости, но и информацию о «химии» физиологических процессов, о структуре и динамике тканей на молекулярном уровне и, как следствие, принципиально новые возможности для медицинской диагностики.

Томография (греч. $\tau\omicron\mu\gamma$ - сечение) - метод неразрушающего послойного исследования внутренней структуры объекта посредством получения большого количества проекций в различных пересекающихся направлениях.

Главными преимуществами метода МРТ являются высокий мягкотканый контраст, что дает возможность получать качественные изображения различных мягких тканей (головного и спинного мозга, позвоночника, суставов, сердца, сосудов, органов брюшной полости за исключением желудка, кишечника и малого таза) без введения контрастного препарата, а также отсутствие лучевой нагрузки.

Физико-математические основы МРТ. Явление ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) было открыто в 1946 г. физиками Ф. Блохом и Э. Перселлом. Ф. Блох получил за это открытие Нобелевскую премию по

физике в 1952 г. Суть этого феномена состоит в способности ядер некоторых элементов, находящихся под воздействием статического магнитного поля, принимать энергию радиочастотного импульса.

Тело любого биологического объекта, в том числе человека, в основном состоит из биологических жидкостей, жира и воды, которые, в свою очередь, содержат множество атомов водорода. Ядро атома водорода испускает ЯМР сигнал, благодаря этому МР изображение отображает ЯМР сигнал от ядер водорода.

Методом МРТ получают послойные ЯМР изображения или «срезы» тела с определенной толщиной. Срез можно разбить на отдельные элементы объема (воксели). Если рассмотреть воксел при большом увеличении, то можно увидеть его клеточную структуру. Внутри каждой клетки находятся молекулы воды, состоящие из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Атом водорода имеет ядро - протон и электрон. Протон электрически заряжен и вращается вокруг собственной оси (имеет спиновый момент). Поэтому атомы водорода обладают магнитными свойствами и имеют магнитный момент. Магнитный момент атома $\hat{\mu}$ пропорционален квантовому числу I , обычно называемому ядерным спином: $\hat{\mu} = \gamma I$.

Протоны водорода вращаются вокруг собственных осей и ведут себя подобно стержневым магнитам. В организме человека такие магниты перемешиваются таким образом, что магнитные силы уравниваются.

Когда биологический объект помещают во внешнее магнитное поле B_0 , протоны водорода выстраиваются вдоль магнитного поля параллельно (низкоэнергетическое состояние) и антипараллельно (высокоэнергетическое состояние). При переходе с одного энергетического уровня на другой возникает электромагнитное излучение, поляризованное в плоскости, перпендикулярной B_0 .

В статических условиях макроскопический вектор намагниченности M не создает сигналов, которые могли бы быть зарегистрированы электронным или радиотехническим устройством. На практике для получения сигнала от ядер необходимо облучить объект, помещенный в постоянное магнитное поле, дополнительным поперечным к B_0 радиочастотным (РЧ) полем с амплитудой магнитного поля $B_1 \ll B_0$ и круговой частотой ω_0 . Если частота РЧ сигнала совпадает с параметрами ядра и магнитного поля, то возникает резонанс - атомы элемента поглощают энергию импульса и переходят на более высокий энергетический уровень.

Для получения МРТ изображения недостаточно поместить объект в магнитное поле. Для того чтобы вектор суммарной намагниченности M_z стал испускать сигнал, необходимо послать РЧ импульс с частотой, соответствующей параметрам ядра и магнитного поля. Именно поэтому метод был назван магнитно-резонансной томографией. Только протоны, вращающиеся с частотой РЧ импульса, реагируют на этот РЧ сигнал.

После прекращения действия РЧ импульса протонам предпочтительнее выстраиваться вдоль магнитного поля (находиться в состоянии с низкой энергией). Суммарный вектор намагниченности M_z возвращается в исходное

положение равновесия M_0 по направлению оси Z , излучая поглощенную энергию в форме (незначительного) тепла и радиочастотных волн, а поперечная намагниченность M_{xy} - в нулевое значение. Этот процесс называется релаксацией.

Во время процессов релаксации протоны излучают избыточную энергию, полученную от 90° -го РЧ импульса, в виде радиоволн. Для создания изображения необходимо собрать эти волны, прежде чем они исчезнут в пространстве. Это можно осуществить с помощью приемной катушки проводника. Приемная катушка должна быть помещена под определенными углами к главному магнитному полю B_0 .

Для получения отклика от конкретного сечения объекта наряду с однородным и постоянным магнитным полем B_0 используют также дополнительное магнитное поле, создаваемое градиентными катушками.

Создавая определенную последовательность РЧ поля расположенными вокруг объекта градиентными катушками на частоте, соответствующей ларморовской частоте водородных ядер, можно получать сигналы выделенного среза. Изменяя частоту РЧ поля, соответствующего ларморовским частотам вдоль оси Z , можно получить набор откликов от отдельных слоев с различной высотой и шириной. Осуществляя поворот магнитного поля на небольшой угол α вокруг оси Y , можно получить отклики, которые будут соответствовать полоскам среза, повернутым вокруг оси Y . Радиоприемник выделит сигналы так, как будто бы они были строками развертки, ортогональными к обоим полям градиентов, и передаст их в компьютер.

Таким образом, получается набор откликов отдельных полос исследуемого среза, ориентируемых в различных направлениях. Отклик каждой полосы содержит в себе интегральную информацию о распределении плотности резонирующих ядер.

Для вывода изображений срезов объекта на экран компьютера необходимо провести ряд математических расчетов. Конечное изображение является набором РЧ сигналов, испускаемых объектом. Сигналы - это совокупность необработанных данных, заполняющих k -пространство. Комплексный сигнал спада свободной индукции представляют в виде двух компонент: M_x - действительных (RE) и M_y - мнимых (IM) частей сигналов.

Мнимый компонент сигнала IM смещен на 90° относительно действительного RE. Сигналы обоих каналов объединяются в один набор квадратурных действительных и мнимых спектров и затем обрабатываются с помощью преобразования Фурье.

На первом этапе необработанные данные перед преобразованием Фурье умножаются на экспоненциальный конус для сглаживания частотных компонент спектра путем свертывания их функцией Лоренца.

Далее сигналы подвергаются преобразованию Фурье по направлению Y для извлечения информации о положении по направлению градиента фазового кодирования, затем по направлению X для извлечения частотного компонента информации.

Интенсивность каждого элемента МР изображения (пиксела) пропорциональна интенсивности сигнала от соответствующего элемента объема 3D пространства (воксела) для данной толщины среза. Размер пиксела может быть меньше фактического пространственного разрешения и определяется размером выбранной области пространства и матрицей изображения. Пикселы часто используются для измерения разрешения. Поэтому изображение значений приводится к матрице данных интерполяцией или репликацией пикселов. Репликация (процесс копирования данных из одного источника на множество других и наоборот) пикселей дублирует четные пиксели меньшими нечетными пикселями. Интерполяция пикселей вставляет четные пиксели как усредненные прилежащим к ним нечетным пикселям. После репликации и интерполяции пикселей получаем четкую картину исследуемого объекта.

Преимущества метода МРТ:

- неинвазивность;
- безопасность электромагнитного излучения;
- высокая чувствительность метода к водороду (контрастность изображения достигается за счет разности в концентрациях водорода в различных участках органов и тканей, фон от костных тканей не мешает получению изображений, так как концентрация водорода в них ниже, чем в окружающих тканях);
- возможность получения изображений практически всех тканей тела за счет изменения времени действия потока РЧ волн с высокой дифференциацией мягких тканей;
- высокая чувствительность метода к химическим связям различных молекул, что повышает контрастность изображения;
- возможность получения трехмерных изображений
- высокая разрешающая способность позволяет исследовать объекты размером в доли миллиметра.

Общие принципы рентгеновской томографии

На обычной рентгенограмме получается суммарное изображение всей толщи исследуемой части тела. Изображение одних анатомических структур частично или полностью накладывается на изображение других, затеняя друг друга. Вследствие этого теряется много важных структурных элементов органов. Томография служит для получения изолированного изображения структур, расположенных в одной плоскости, т.е. как бы расчленения суммарного изображения на составляющие его изображения отдельных слоев объекта.

В рентгеновской томографии пациент всегда неподвижен, в то время как детектор и источник излучения вращаются вокруг него, останавливаясь в определенных положениях. Тогда сколлимированный луч, испущенный источником рентгеновских лучей, пропускается через пациента на детектор. Луч кол-лимируется для получения двумерного изображения только интересующей части объекта.

Пусть в плоскости А находятся источники рентгеновского излучения, в плоскости С находится фотопленка, а в объект исследования находится в плоскости В (между плоскостями А и С). Источники рентгеновского излучения в плоскости А и фотопленка в плоскости С перемещаются с одинаковой скоростью в противоположных направлениях друг относительно друга, в то время как объект исследования в плоскости В остается неподвижным. При таком перемещении точка пересечения осей источника рентгеновского излучения лежит на плоскости В, поэтому изображение плоскости В, в частности точек а и b на фотопленке в плоскости С, будет неподвижным и, следовательно, четким. Детали, которые лежат вне плоскости В, будут отображаться в различные места фотопленки на плоскости С, и их изображение на рентгенограмме окажется нечетким, размазанным за счет движения томографического изображения.

Получаемое классическим методом двумерное изображение сечения В в конечном итоге все равно остается значительно затененным другими слоями исследуемого объекта. Поэтому возникает необходимость получения большого количества проекций в различных пересекающихся направлениях. Такие послойные рентгенологические исследования проводят без применения компьютеров. Этот метод называют **линейной или классической томографией**.

Существует ряд методик послойной визуализации внутренних органов биологических объектов с помощью компьютерных технологий.

В компьютерной рентгеновской томографии двумерные картины тела биологических объектов получают классическим методом рентгеновской томографии, где, как уже сказано выше, проекции под различными углами получаются за счет вращения источника и детектора вокруг тела. А восстановление изображения осуществляется с помощью компьютерных программ.

Компьютерная рентгеновская томография (КРТ), или компьютерная томография (КТ), - это метод рентгеновской томографии, при котором пучок рентгеновского излучения проходит через тонкий слой тела пациента в разных направлениях в общей сложности под углом 360°.

Используется параллельная коллимация, чтобы сформировать пучок лучей в виде тонкого веера, что определяет толщину сканируемого слоя. Проходя через ткани, излучение ослабляется соответственно плотности и атомному составу этих тканей. Ослабленную интенсивность излучения на выходе из тела пациента измеряют детекторы, каждый из которых преобразует энергию излучения в электрические сигналы.

Математическая реконструкция изображений (обратное преобразование Радона) позволяет рассчитать локальные ослабления излучения в каждой точке среза. Эти коэффициенты локального ослабления пересчитываются в КТ-числа и, наконец, преобразуются в ступени серой шкалы, которые выводятся на экран компьютера, формируя изображение. Эти сигналы отражают степень ослабления пучка рентгеновских лучей и степень поглощения излучения. При КТ-сканировании объем сканируется

последовательно, продвигаясь на один срез за каждый шаг. Для распознавания поражения необходимо получение несколько срезов (как правило, 5-10), их выполняют на расстоянии 5-10 мм друг от друга.

В КТ выделяют следующие способы сбора данных: пошаговое, спиральное и многослойное сканирование.

Рассмотрим общие принципы построения томографических изображений. В основе построения томографических изображений лежит задача получения двумерного изображения поперечного сечения исследуемого объекта. Эту задачу можно решить в два этапа. На первом этапе формируются проекционные данные, а затем по этим данным происходит реконструкция изображения поперечного сечения. **Существуют два основных метода реконструкции изображений** - метод обратных проекций и метод свертки, основанные на преобразовании Радона и алгебраическом методе.

Таким образом, идея обратного проецирования состоит в том, что оценку плотности распределения вещества $f(x,y)$ в любой точке с координатами (x,y) находят путем суммирования лучей, проходящих через эту точку. Для этого необходимо продифференцировать проекционные данные по углам, вычислить интеграл в преобразовании Радона и затем провести обратное проецирование.

Алгоритм операции свертки подобен методу обратного проецирования. Он является одной из возможных реализаций решения интегрального преобразования Радона. И заключается в том, что одномерные проекции изображения объекта для определенного угла θ при обратном проецировании распространяют вдоль выбранного направления на весь объект; далее все значения одно-мерных проекций для каждой точки (x,y) объекта суммируются.

Высокие диагностические возможности КТ проявляются при острых и старых травмах, острых и хронических болях в суставах, нарушении осанки и болях в позвоночнике. Технология высокоразрешающей компьютерной томографии позволила значительно расширить уровень диагностики заболеваний легких и средостения. КТ является совершенным методом для обследования пациентов с заболеваниями ЛОР-органов: носа, околоносовых пазух, глотки, гортани, уха.

Компьютерная томография широко используется в медицине для нескольких целей:

1. Как скрининговый тест. В медицине используется для исключения потенциально серьезного диагноза в группах риска.
2. Для диагностики по экстренным показаниям
3. КТ для плановой диагностики.
4. Для контроля результатов лечения.
5. Для проведения лечебных и диагностических манипуляций, например пункция под контролем компьютерной томографии и др.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Радионуклидная интроскопия.
2. Описание функционирования существующих устройств радионуклидной интроскопии, обсуждение возможностей их усовершенствования.
3. Ознакомление с приборами пассивной радиоизотопной диагностики психофизического состояния организма человека.
4. Приобретение навыков работы с приборами.
5. Инфракрасная интроскопия

Основная литература: 1,2,8,9,12

Дополнительная литература: 1,3,4,5.

Интернет ресурсы: 1-3

Тема 4. Лабораторные комплексы анализа физиологических данных

Цель занятия: изучить различные виды и комплексы для лабораторного анализа диагностики состояния организма человека.

Организационная форма занятия: изучение теоретического материала, выполнение лабораторной работы.

Методические рекомендации

Измерительное преобразование биосигналов представляет собой преобразование одной физической величины, характеризующей параметры биосигнала, в другую физическую величину, функционально с ней связанную. Применение измерительных преобразований биосигналов является единственным методом практического построения любых инструментальных систем регистрации и обработки биомедицинской информации.

Измерительный преобразователь (ИП) биосигналов — это техническое устройство, построенное на определенном физическом принципе действия, выполняющее одно частное измерительное преобразование и необходимую обработку сигнала с целью получения выходной величины преобразователя, например, преобразование

биоэлектрической активности сердца в электрическое напряжение, ослабление помех и определение частоты сердечных сокращений.

В общем случае измерительный преобразователь представляет собой средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи и дальнейшей обработки, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем. Измерительный преобразователь, как правило, содержит в своем составе чувствительный элемент-датчик или сенсор.

Датчик - устройство, преобразующее измеряемую величину в сигнал, удобный для передачи, дальнейшего преобразования или регистрации. Тип и конструкция датчика зависит от вида необходимого преобразования, т.е. определяются конкретными физическими представлениями входного неэлектрического сигнала и выходного электрического сигнала, а также зависят от условий работы датчика. Чувствительный элемент является частью первого в измерительной цепи преобразовательного элемента, находящегося под непосредственным воздействием измеряемой величины. Ключевыми характеристиками датчиков являются пределы измерений, динамические и частотные диапазоны, погрешность измерения, допустимые условия эксплуатации, массогабаритные характеристики.

Датчики систем физиологических измерений должны обладать целым рядом специальных качеств. Независимо от особенностей конкретных технических реализаций они должны обеспечивать:

- 1) получение устойчивого информативного сигнала;
- 2) минимальное искажение полезного сигнала;
- 3) максимальную помехозащищенность;
- 4) удобство размещения в необходимом для измерения месте;
- 5) отсутствие раздражающего или другого действия на организм;
- 6) возможность стерилизации (без изменения характеристик)

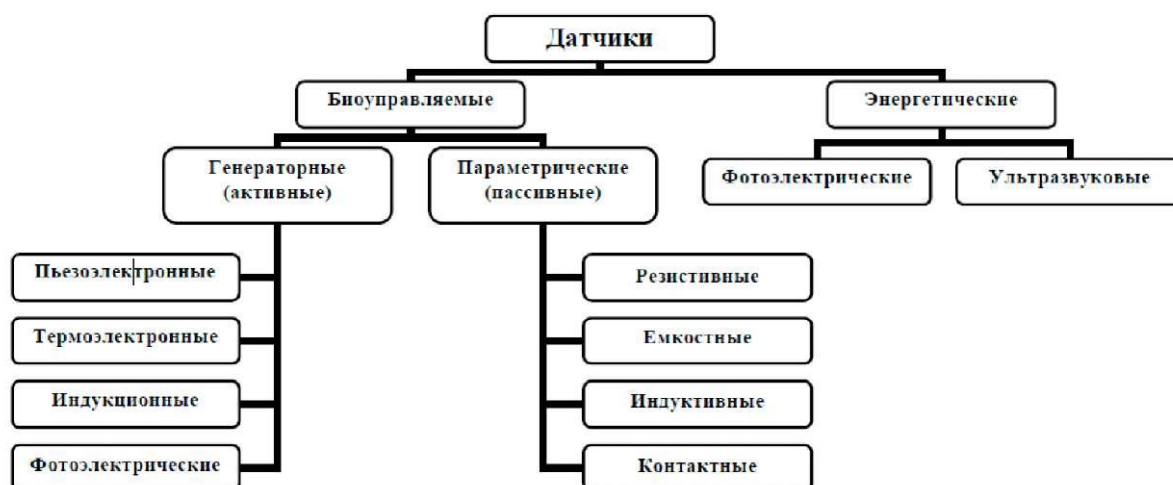
и многократного использования.

Кроме этого, датчики должны быть по возможности миниатюрными, конструктивно удобными для размещения и фиксации, не иметь острых и выступающих краев, не содержать жидких и полужидких элементов (спирт, масло), по возможности не потреблять энергию и не оказывать энергетического воздействия на объект исследования.

При разработке и выборе биомедицинских датчиков необходимо учитывать прежде всего параметры контролируемого физиологического процесса, а также особенности условий применения. Основными параметрами, характеризующими любой физиологический процесс, с точки зрения разработки датчиков для его контроля являются динамический и частотный диапазоны контролируемых величин.

Датчики и ИП могут быть классифицированы по самым различным принципам: назначению, виду выходного сигнала, принципу действия и т.д. Важнейшим из них является принцип работы датчика. В соответствии с этим критерием датчики медико-биологической информации можно разделить на

две группы: биоуправляемые и энергетические. На рис. 2.1 приведена классификационная схема биомедицинских датчиков.



Биоуправляемые датчики изменяют свои характеристики непосредственно под влиянием биомедицинской информации, поступающей от объекта измерения. В свою очередь биоуправляемые датчики подразделяются на активные (генераторные) и пассивные (параметрические).

В активных датчиках измеряемый параметр непосредственно преобразуется в электрический сигнал, т.е. под воздействием измеряемой величины активные датчики сами генерируют сигнал соответствующей амплитуды или частоты. По существу здесь совершается в миниатюре процесс биологического управления: объект управляет работой датчика, заставляя его

13

генерировать электрические сигналы или изменять свои электрические параметры. К таким датчикам относятся пьезоэлектрические, индукционные преобразователи, термоэлементы.

Пассивные датчики под воздействием входной измеряемой величины изменяют свои электрические параметры: сопротивление, емкость или индуктивность. В отличие от активных (генераторных) датчиков пассивные (параметрические) датчики для получения соответствующего значения выходного напряжения или тока включаются в электрическую цепь с внешним источником питания. К таким датчикам можно отнести емкостные, индуктивные, резистивные, контактные датчики.

Энергетические датчики в отличие от биоуправляемых активно воздействуют на органы и ткани. Они создают в исследуемом органе так называемый немодулированный энергетический поток со строго определенными, постоянными во времени характеристиками. Изменяемый параметр воздействует на характеристики этого потока, модулирует его пропорционально изменениям самого параметра. Энергетические информационные преобразователи нуждаются в источнике дополнительной

энергии для воздействия на объект и создания немодулированного энергетического потока. Из датчиков такого типа можно указать, к примеру, фотоэлектрические и ультразвуковые.

Измерительные преобразователи по месту, занимаемому в измерительном тракте, делятся на первичные и вторичные. К первичным преобразователям относятся датчики. В них электрический сигнал возникает в результате непосредственного воздействия наблюдаемого явления (микрофоны для записи тонов сердца, потенциометры для регистрации движений).

Вторичные ИП предназначены для преобразования сигнала с датчика в форму, воспринимаемую последующими элементами измерительного тракта и могут быть промежуточными (на основе АЦП, ЦАП и др. преобразователей), масштабными и передающими. Источником биомедицинской информации является собственно организм человека, и, в частности, происходящие в нем процессы, которые характеризуются достаточно большим числом параметров, подлежащих измерению. Эти параметры могут относиться как ко всему организму в целом, так и преимущественно к определенным органам, системам организма или процессам.



Рисунок 2.2 - Обобщенная структурная схема сфигмографического ИП

Сфигмографические ИП артериальной пульсации крови включают датчик давления, преобразователь сигнала датчика, усилитель сигнала, блок обработки сигнала (рис. 2.2).

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Приборы измерения артериального давления.
2. Измерение частоты дыхания.
3. Измерение объема дыхания.
4. Приборы измерения скорости кровотока и объема крови.
5. Приборы для электрокардиографии.
6. Электромиография.
7. Измерение ЧСС.
8. Приборы для электроэнцефалографии.

9. Приборы для измерения электрических характеристик биологически активных точек.
10. Измерение сахара в крови. Глюкометры.
11. Пульсовая оксиметрия
12. Приборы КВЧ-терапии.
13. Приборы аэроионотерапии.
14. Приборы контроля за содержанием вредных веществ в воде и воздухе.
15. Электростимуляторы центральной нервной системы, ЖКТ.
16. Инфракрасная интроскопия.
17. Радионуклидная интроскопия.
18. Импедансная интроскопия.
19. Датчики слабых световых сигналов.
20. Наносенсоры.

Основная литература: 1,2,3,6

Дополнительная литература: ,3,4,5.

Интернет ресурсы: 1-3

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Пер. с англ. Под ред. А. П. Немирко - М.: Физматлит, 2007. - 440 с.
2. Гусев, В. Г. Получение информации о параметрах и характеристиках организма и физические методы воздействия на него / В. Г. Гусев - М: Машиностроение, 2004. - 597 с.
3. Бриндли, К. Измерительные преобразователи / К. Бриндли - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 144 с.
4. Федотов А.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. / Федотов А.А., Акулов С.А. - М.: Радио и связь, 2013. - 248 с. - ISBN 978-5-89776-016-9
5. Орлов, В. В. Плетизмография: Методы и применение в экспериментальных и клинических исследованиях / В. В. Орлов - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 251 с.
6. Эман, А.А. Биофизические основы измерения артериального давления / А.А. Эман - Л.: Медицина, 1983. - 128 с.
7. Утямышев, Р.И. Радиоэлектронная аппаратура для исследования физиологических процессов /Р.И. Утямышев - М.: Энергия, 1969. - 348 с.
8. Марченко Е.С. Основы медицинской интроскопии: учебное пособие. - Томск: Издательский Дом ТГУ, 2018. - 156 с.

9. Уэстбрук К. Магнитно-резонансная томография: практическое руководство / Уэстбрук К., Каут Рот К., Тэлбот Д.; пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 448 с.
10. Постнов В.Н. Наносенсоры в биологии и медицине: принципы работы и перспективы применения / Постнов В.Н., Королев Д.В., Галагудза М.М [и др.] // Биоэлектроника и биосенсорика. - 2013. - №2 (26). - С.17 - 26.
11. Улин С.Е., Михайлов В.Н., Никитаев В.Г. Физические методы медицинской интроскопии: учеб. пособие. М.: МИФИ, 2009. - 308 с.
12. Морозов С.П., Насникова И.Ю., Синицын В.Е. Мультиспиральная компьютерная томография / под ред. С.К. Тернового. М.: ГОТАР-Медиа, 2009. - 132 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальный физический практикум

Методические указания для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы

Направление подготовки 03.04.02 Физика
Направленность (профиль)
«Биофизика и медицинская инженерия»

Квалификация выпускника: магистр

**Ставрополь
2026**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	4
2. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины	4
3. План-график выполнения самостоятельной работы	5
4. Контрольные точки и виды отчетности по ним	6
5. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	6
6. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)	9
7. Методические указания по подготовке к экзамену	12
8. Список рекомендуемой литературы	12
9. Методические указания по выполнению курсовых работ	12

1. Введение

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

2. Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего магистра по направлению подготовки «Физика».

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Специальный физический практикум» является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;

– использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание докладов;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;
- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Самостоятельная работа по дисциплине «Специальный физический практикум» направлена на формирование следующих универсальных, общепрофессиональных и профессиональных **компетенций**:

3. План-график выполнения самостоятельной работы

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины к лабораторным занятиям, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

Коды реализованных компетенций	Вид деятельности магистрантов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
2 семестр						
ИД-1ук-2 ИД-2ук-2 ИД-1опк-1 ИД-2опк-1 ИД-1опк-3 ИД-2опк-3 ИД-1пк-1 ИД-1пк-4 ИД-2пк4	Изучение литературы по темам № 1-3	Конспект	Собеседование	9	4,5	15

ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Изучение литературы по темам № 4-6	Конспект	Собеседование	9	6	15
ИД-1УК-2 ИД-2УК-2 ИД-1ОПК-1 ИД-2ОПК-1 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Подготовка к лабораторным занятиям	Индивидуальное задание	Собеседование	13,5	6,5	20
ИД-1УК-2 ИД-2УК-2 ИД-1ОПК-1 ИД-2ОПК-1 ИД-1ОПК-3 ИД-2ОПК-3 ИД-1ПК-1 ИД-1ПК-4 ИД-2ПК-4	Подготовка к лабораторным занятиям	Индивидуальное задание	Собеседование	13,5	6,5	20,5
Итого за 2 семестр				41,5	10,5	70,5

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация в форме **зачета** во втором семестре.. При дифференцированном зачете используется шкала пересчета рейтингового балла по дисциплине в оценку по 5-балльной системе.

4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

5.1. Методические рекомендации по работе с учебной литературой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При

изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые термины и понятия. Такой лист помогает запомнить новые термины, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста:**

информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)

усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)

аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)

творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

5.2. Методические рекомендации по самопроверке знаний

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, провести самопроверку усвоенных знаний, ответив на контрольные вопросы по изученной теме.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение работать на практических занятиях или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механического заучивания без понимания сущности теоретических положений.

Контрольные вопросы для самопроверки.

1. Физические принципы активных воздействий на облачные процессы с целью искусственного увеличения осадков.
2. Физические принципы активных воздействий на облачные процессы с целью искусственного регулирования осадков.
3. Классификация облачности как объекта воздействия с целью ИУО.
4. Льдообразующие реагенты для воздействий с целью ИУО.
5. Технические средства доставки реагента в облако при проведении ИУО.
6. Схема засева слоистой облачности с целью ИУО.
7. Схема засева конвективной облачности с целью ИУО.
8. Оценка физического эффекта воздействия с целью ИУО.
9. Физические принципы активных воздействий на облачные процессы с целью прерывания или предотвращения выпадения града.
10. Физические характеристики одноячейковых градовых процессов.
11. Физические характеристики упорядоченных многоячейковых градовых процессов.
12. Физические характеристики неупорядоченных многоячейковых градовых процессов.
13. Физические характеристики суперячейковых градовых процессов.

14. Льдообразующие реагенты для воздействий с целью ПГР.
15. Технические средства доставки реагента в облако при проведении ПГР.
16. Физические принципы активных воздействий с целью искусственного рассеяния туманов.
17. Технологии воздействия на переохлажденные и на теплые туманы.
18. Ракетный способ активных воздействий.
19. Артиллерийский способ активных воздействий.
20. Воздействие с помощью наземных генераторов.
21. Активные воздействия с целью борьбы с заморозками.
22. Возможные активные воздействия на ураганы и антициклоны.
23. Системы контроля физического эффекта воздействия на облачность в реальном масштабе времени.

5.3. Методические рекомендации по подготовке к зачету

Изучение дисциплины «Специальный физический практикум» завершается зачетом. Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачету:

- Подготовка связана не только с «запоминанием», но предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе дисциплины «Специальный физический практикум».

Оценка проводится по четырех балльной системе.

«Отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно овладел программным материалом, исчерпывающе, последовательно, грамотно, логически стройно его изложил, показал умение иллюстрировать теорию конкретными примерами, обнаружил знакомство с учебной и научной литературой, продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов. Отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов. Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые студент легко исправил после замечания преподавателя.

«Хорошо» выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу его излагающему, который не допускает ошибок в ответах на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Возможны один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные студентом после замечания преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется студенту, имеющему знания только основного материала, но не усвоившему его деталей, допускающему неточности, недостаточно правильно формулирующему основные положения программного материала, нарушающему его последовательность в изложении.

«Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Проверку (самопроверку) полученных знаний по естествознанию можно осуществлять методом

тестирования. При 90 % правильных ответов студент получает «отлично», при 80 % – «хорошо», при 70 % – «удовлетворительно».

5. Методические указания (по видам работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины)

6.1. Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам

Для того чтобы лабораторные работы приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что подготовка проводится по вычитанному на лекциях материалу и связана, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения, он будет закрепляться на лабораторных работах как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций. Следует строго соблюдать требования по выполнению оформлению лабораторных работ, изложенных в инструкциях. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул для активной проработки лекции.

При самостоятельном поиске ответов нужно обосновывать каждый шаг, исходя из теоретических положений курса. Если существует несколько путей поиска, то нужно сравнить их и выбрать более рациональный. Полезно до начала составить краткий план. Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, располагая в строгом порядке. Ответы при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно решать задачи несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

6.2 Методические рекомендации по написанию научных текстов (докладов, рефератов, эссе, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова истинная цель вашего научного текста - это поможет вам разумно распределить свои силы и время.

Во-первых, сначала нужно определиться с идеей научного текста, а для этого необходимо научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на

интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Реферат (доклад) - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Реферат не должен состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в реферате должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки реферата студентом.

Выполнение реферата начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания реферата. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста реферата предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки реферат сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию реферата

Написание 1 реферата является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема реферата может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно,

исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 12-15 стр.

Структура реферата:

Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;
- шрифт TimesNewRoman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,0 см, слева - 3 см, справа 1,0 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты реферата:

Защита реферата проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту реферата отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите реферата приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка реферата

Реферат оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте реферата информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в реферате;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в докладе студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания доклада современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании доклада.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения доклада достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме доклада.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал доклада излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите доклада, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил доклад или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал доклада, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

Темы рефератов:

1. Активные воздействия с целью искусственного регулирования осадков.
2. Возможные воздействия на ураганы.
3. Активные воздействия с целью борьбы с заморозками.
4. Развитие противогорадовых работ в СССР.
5. Современное состояние работ по ИУО в мире.
6. Современное состояние противогорадовых работ в мире.
7. Борьба с лесными пожарами методом ИУО.
8. Методика оценки экономической эффективности работ по ИУО.
9. Методика оценки экономической эффективности противогорадовых работ.
10. Воздействие на высокие слои атмосферы.
11. Возможные воздействия на антициклоны.
12. Методы борьбы с фотохимическим смогом.

6. Методические указания по подготовке к экзамену
Не предусмотрен учебным планом

7. Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Бекряев В.И. Практикум по физическим основам воздействия на атмосферные процессы. СПб: Гидрометеиздат, 2005
2. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. СПб: Гидрометеиздат, 2002.

Дополнительная литература:

1. Абшаев М.Т., Малкарова А.М. Оценка эффективности предотвращения града. СПб: Гидрометеиздат, 2006.
2. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. В 3 т. // Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб, Летний сад, 2009.

Методическая литература:

1. Организация и проведение противогорадовой защиты.
РД 52.37.731.-2010. СПб: Гидрометеиздат, 2010.

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.edu.ru/> - Федеральный портал «Российское образование»
2. <http://school-collection.edu.ru/> - Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»
3. <http://www.Synoptic.ru> – синоптический сайт Гидрометцентра РФ.

8. Методические указания по выполнению курсовых работ
Не предусмотрены учебным планом