МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет" Институт физики





подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Ядерный магнитный резонанс биологических объектов

Направление подготовки: <u>03.04.02 - Физика</u> Профиль подготовки: <u>Медицинская физика</u>

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

- 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
- 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
- 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
- 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
- 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
- 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
- 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
- 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
- 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
- 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
- 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
- 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
- 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
- 12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
- 13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
- 14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
- 15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Ильясов К.А. (кафедра медицинской физики, Отделение физики), Kamil.llyasov@kpfu.ru; старший научный сотрудник, к.н. Хайрутдинов Б.И. (НИЛ Реологические и термохимические исследования, Химический институт им. А.М. Бутлерова), khairutdinov@kibb.knc.ru; Польшаков Владимир Иванович

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
OK-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности
ПК-6	способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основы ЯМР спектроскопии, взаимодействие электромагнитного излучения с веществом, принципы получения ЯМР спектров высокого разрешения

Должен уметь:

интерпретировать экспериментальные ЯМР спектры, выполнять отнесение спектральных линий для простых пептидов

Должен владеть:

навыками работы со спектрами ЯМР

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Медицинская физика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 1 семестре.

- 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
- 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)



	N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) Практические Лабораторные занятия работы		Самостоятельная работа	
-	N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	(в часах)			Самостоятельная работа
				Лекции	Практические занятия	лабораторные работы	
	1.	Тема 1. Введение в метод ЯМР	1	1	0	0	4
	2.	Тема 2. Основы ЯМР спектроскопия белков	1	1	0	2	4
;		Тема 3. ЯМР азотистых оснований и нуклеотидов. Приготовление образцов	1	1	0	0	4
[4.	Тема 4. Методы 2D спектроскопии	1	1	0	2	4
	5.	Тема 5. Методы 3D спектроскопии	1	1	0	0	4
	6.	Тема 6. Реконструкция структуры из спектров ЯМР	1	1	0	2	4
		Тема 7. Константы спин-спинового и диполь-дипольного взаимодействия	1	1	0	0	4
	8.	Тема 8. Способы ориентирования биомолекул в анизотропных средах	1	1	0	2	4
	9.	Тема 9. Особенности спектров ЯМР нуклеиновых кислот	1	1	0	0	4
1	0.	Тема 10. ЯМР в изучении динамических свойств биомолекул	1	1	0	2	4
		Тема 11 Процессы химического јержание дисциплины (модуля) обмена	1	1	0	0	4
ема еде ¹ езе	Ha Ha	Введение в метод ЯМР Тема 12. ЯМР в изучении МВЛОНЛЯВНЫХ КОМПНЕКСОВРАТКАЯ ИСТ НСА В биологии и медицине. Измеряю	ория мет	ода. ¹ Осн аметры 9	ювные Области МР.	применения ме	тодов ма 1 нитного
		Итого Основы ЯМР спектроскопия белк		12	0	12	48

Первые попытки измерения спектров белков. Основные различия между поведением малых и больших молекул. Время корреляции вращательной диффузии молекулы. Зависимость релаксационных параметров от размера молекул и величины магнитного поля. Эффект кольцевых токов и его роль в спектрах ЯМР биомолекул. Стереохимия аминокислотных остатков. Аминокислотная последовательность белка. Первичная, вторичная и третичная структуры белка. Номенклатура IUPAC полипептидной цепи и боковых остатков аминокислот. Обозначения диэдральных углов, атомов и групп. Классификация основных элементов вторичной структуры полипептидных цепей. Спирали (310, альфа и пи), бетта-листы (параллельные и антипараллельные), b-изгибы. Допустимые конформации аминокислотных остатков

Тема 3. ЯМР азотистых оснований и нуклеотидов. Приготовление образцов

Азотистые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Фосфодиэфирные связи и образование полинуклеотидной цепи. Рибонуклеиновые кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Комплементарные основания и образование двойной спирали ДНК. Структурные вариации укладки полинуклеотидной цепи? А, В и Z-формы. Взаимодействия в биомолекулах. Ван-дер-Ваальсово взаимодействие. Водородная связь. Электростатические взаимодействия. Гидрофобные взаимодействия. Принципы структурной организации биомолекул. Требования, предъявляемые к образцу белка для исследований методом спектроскопии ЯМР. Общие представления о биосинтезе синтезе белка. Экспрессия белков в клеточных и бесклеточных условиях (E.coli, метилотрофы, глицеротрофы, СНО, сеll-free system). Среды для выращивания клеток. Источники изотопов 15N, 13C и D. Выделение и очистка белков. Очистка методом аффинной хроматографии на Ni-NTA агарозе. Электрофорез в ПААГ. Методы препаративной ионообменной хроматографии.

Тема 4. Методы 2D спектроскопии



Информация, получаемая из одномерного спектра ЯМР биомолекулы. Методы 2D спектроскопии ? COSY, TOCSY, NOESY и ROESY. Методы гетороядерной корреляции, основанные на детектировании сигналов 1H - HMQC, HSQC и HMBC. Методы 2D спектроскопии в изучении небольших белков (<10 кДа). Идентификация типов аминокислотных остатков по спектрам COSY, TOCSY и 1H-13C HSQC. Метод последовательного отнесения. Отнесение фрагментов белка, содержащих пролин.

Тема 5. Методы 3D спектроскопии

Методы 3D спектроскопии, основанные на корреляции ядер 15N и 1H. Сопряжение методик 1H-15N HSQC (HMQC) с экспериментами TOCSY, NOESY и ROESY. Методы последовательного отнесения более крупных белков (8-16 кДа). Эксперимент 1H-15N HSQC-NOESY-HSQC. 3D эксперименты HNHA и HNHB. Гетероядерные методы ЯМР в изучении белков, меченных изотопами 13C и 15N. Последовательное отнесение белковой цепи на основе экспериментов HNCA, HN(CO)CA, HNCO, HN(CA)CO, HNCACB, CBCA(CO)NH. Методы компьютерного анализа гетероядерных экспериментов. Методы HNHAHB и HBHA(CO)NH для отнесения сигналов 1H. Методы отнесения боковых заместителей аминокислотных остатков: HCC(CO)NH и HCCH-TOCSY.

Тема 6. Реконструкция структуры из спектров ЯМР

Индекс химических сдвигов и определение вторичной структуры белка. Статистические подходы к определению допустимых значений торсионных углов φ и ψ. Стереоспецифическое отнесение сигналов метиленовых протонов в β-положении и метильных групп остатков валина и лейцина. Определение из экспериментов ЯМР допустимых значений торсионных углов φ, ψ, χ1 и χ2. Анализ спектров NOESY и определение межъядерных расстояний. 4D спектроскопия ЯМР как метод устранения неопределенности в отнесении межъядерных эффектов Оверхаузера. Получение аналогичной информации из 3D спектров 1H-15N HSQC-NOESY и 1H-13C HSQC-NOESY. Итерационная процедура отнесения ЯЭО в процессе расчета структуры белка. Методы автоматического отнесения ЯЭО в спектрах NOESY. Набор ограничений на межъядерные расстояния и торсионные углы - основа структурных исследований методом ЯМР. Метод дистанционной геометрии в картезианских координатах и пространстве торсионных углов. Классико-механическое описание межъядерных взаимодействий. Вклад дистанционных и торсионных ограничений в полную энергию системы. Методы минимизации энергии. Проблема нахождения глобального минимума. Молекулярной динамика. Метод медленного отжига (simulated annealing) как способ нахождения глобального минимума энергии системы. Основные компьютерные программы, используемые для расчета структуры биомолекул методом ЯМР. Структурные исследования конформационно подвижных пептидов.

Тема 7. Константы спин-спинового и диполь-дипольного взаимодействия

Метод НМВС в идентификации состояния имидазольного кольца гистидина. Изучение констант ионизации карбоксильных групп аспарагиновой и глутаминовой кислоты. Остаточные константы диполь-дипольного взаимодействия, как источник информации об ориентации молекул в магнитном поле. Применение КДДВ для расчета структуры биомолекул.

Тема 8. Способы ориентирования биомолекул в анизотропных средах

Методы определения остаточных констант диполь-дипольного взаимодействия. Способы ориентирования биомолекул в анизотропных средах. Определение ориентации белковых доменов. Скалярные взаимодействия через водородную связь. Эксперименты по измерению констант hJHN и hJHC через одну, две и три связи. Константы через водородную связь в нуклеиновых кислотах, белках и ДНК-белковых комплексах.

Тема 9. Особенности спектров ЯМР нуклеиновых кислот

Особенности спектров ЯМР нуклеиновых кислот. Дисперсия химических сдвигов 1Н. Конформация рибозного фрагмента. Цикл псевдовращения и описание конформационных состояний фуранозы. Вицинальные константы спин-спинового взаимодействия 1Н-1Н и 31Р-31Р. Методы определения констант спин-спинового взаимодействия в нуклеиновых кислотах. Методы отнесения сигналов в остатках нуклеиновых кислот и методы последовательного отнесения. Стереоспецифическое отнесение сигналов Н2' и Н2", Н5' и Н5".

Тема 10. ЯМР в изучении динамических свойств биомолекул

Распределение частот молекулярных движений. Механизмы релаксации. Диполь-дипольные взаимодействия. Гомоядерный эффект Оверхаузера и его связь с межъядерным расстоянием и динамическими свойствами молекулы. Измерение гетероядерного эффекта Оверхаузера X{1H}. Эксперименты по измерению времен релаксации Т1 и Т2. Измерение времени релаксации во вращающейся системе координат Т1р. Функция спектральной плотности и методы ее аппроксимации для сферической частицы. Время корреляции вращательной диффузии частицы тт. Параметр упорядоченности движения S2. Время корреляции внутренних движений те.

Тема 11. Процессы химического обмена



Измерение скорости химического обмена H→D. Определение защитных факторов амидных протонов. Изучение высокоамплитудных процессов раскрытия-закрытия белковой глобулы. Экспериментальное изучение механизма разворачивания белка. Обмен ядер между положениями с различными ламоровыми частотами. ?Ring-flipping? и его проявление в биологических системах. Взаимодействия белок-лиганд. Сильное и слабое взаимодействие, медленный и быстрый обмен между связанным и свободным состояниями. Методы изотопной фильтрации и изотопного редактирования в изучении комплексов сильно связанных лигандов. Остаточные КДДВ в определении ориентации белок-лиганд.

Тема 12. ЯМР в изучении молекулярных комплексов

ЯМР в изучении комплексов слабо связываемых лигандов. Методы, основанные на переносе ЯЭО. Перенос кросс-коррелированной релаксации и остаточных КДДВ в равновесии между свободным и связанном состояниями. Методы ЯМР-скрининга в поиске биологически активных соединений. Метод SAR-by-NMR. Методы STD (saturation transfer difference) и WaterLOGSY.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

ЯМР биомолекул: расшифровка структуры белков, нуклеиновых кислот, белок ? лигандные взаимодействия - http://tulpar.kpfu.ru/enrol/index.php?id=590

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;



- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Biological Magnetic Resonance Data Bank - http://www.bmrb.wisc.edu/

Lectures by James Keeler, Understanding NMR Spectroscopy - http://www-keeler.ch.cam.ac.uk/lectures/index.html Nuclear magnetic resonance spectroscopy of proteins -

http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_magnetic_resonance_spectroscopy_of_proteins

Protein NMR. A Practical Guide. - http://www.protein-nmr.org.uk/

Structural Biochemistry/Proteins/NMR Spectroscopy -

http://en.wikibooks.org/wiki/Structural Biochemistry/Proteins/NMR Spectroscopy

Structure Determination of Proteins with NMR Spectroscopy - http://www.cryst.bbk.ac.uk/PPS2/projects/schirra/html/home.htm

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общие замечания

При подготовке к практической работе следует повторно разобрать задания, которые были разобраны на семинарских занятиях и выполнены самостоятельно. Студенты могут получить дополнительную информацию по вопросам, вызывающим затруднения при подготовке к контрольной работе, на индивидуальных консультациях с преподавателем.

Задание практической лабораторной работы

Объект дипептида для исследования методами спектроскопии ЯМР в практической лабораторной работе выбирается преподавателем, ведущим дисциплину. Подготовка объекта для спектроскопического исследования и работа студента за ЯМР спектрометром проводится совместно с преподавателем. Набор записываемых двумерных корреляционных спектров ЯМР выбирается таким образом, что охватывает основные аспекты изучаемой дисциплины. Обучение анализу двумерных корреляционных спектров ЯМР проводится преподавателем на семинарском занятии.

Требования к образцу для спектроскопии ЯМР.

Для ЯМР исследования необходимо приготовить предоставленный преподавателем образец дипептида, так чтобы его молярная концентрация в растворе составила 5mM. Расчет навески и концентрации выполняется для стандартной ЯМР ампулы диаметром 5мм и объемом 600мкл исходя из знания молекулярной массы пептида. Используемый в исследовании растворитель: смесь D2O 10%, и H2O 90%.

Запись спектров ЯМР.

Спектры ЯМР записываются на спектрометре фирмы Bruker Avance III 600, при температуре образца 30С. Приступая к записи спектров ЯМР необходимо:

- 1. Установить необходимую температуру образца (30С).
- 2. Настроить стабилизацию магнитного поля по сигналу ядер дейтерия растворителя.
- Выполнить настройку добротности датчика (команда atmm).
- 4. Произвести настройку однородности магнитного поля (topshim gui).
- 5. Подстроить канал стабилизации сигнала лока: отрегулировать мощность передатчика, коэффициент усиления и фазу сигнала.
- 6. Выполнить калибровку 900-импульса (команда pulsecal).
- 7. Отрегулировать подавление сигнала воды путем подбора оптимального значения несущей частоты (значение параметра o1p, с использованием команды gs).



- 8. Перед записью нового спектра ЯМР выполнять процедуру подбора коэффициента усиления приемника (значение параметра rg, запуская команду rga).
- 9. Записать одномерный спектр ЯМР с подавлением воды. Число накоплений ns=16.
- 10. Записать двумерные гомо-корреляционные спектры 1H-1H-COSY и 1H-1H-TOCSY. Число накоплений ns=2. Разрешение спектров установить 2048 на 256.
- 11. Записать двумерные гетеро-корреляционные спектры 1H-13C-HSQC и 1H-1C-HMBC. Число накоплений ns=8. Разрешение спектров установить 2048 на 256.
- 12. Для преобразования сигнала ССИ в спектр ЯМР использовать команду fp для одномерного спектра и xfb всех для двумерных спектров.
- 13. Сконвертировать полученные спектры в файлы формата pdf используя возможности программы Topspin, которые в дальнейшем использовать для анализа и отнесения сигналов, а также для составления отчета.
- I. Общие требования к оформлению лабораторной практической работы.
- 1.1. Согласно ГОСТу 7.32-2001 'Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления', текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Работа брошюруется.
- 1.2. Цвет шрифта черный. Размер шрифта (кегль) 12. Тип шрифта -Times New Roman. Шрифт печати должен быть прямым, четким, черного цвета, одинаковым по всему объему текста. Разрешается использовать полужирный шрифт при выделении заголовков структурных частей курсовой (дипломной) работы (оглавление, введение, название главы, заключение и т.д.). Текст обязательно выравнивается по ширине.
- 1.3. Размер абзацного отступа 1,5 см.
- 1.4. Страница с текстом должна иметь левое поле 30 мм (для прошива), правое ? 10 мм, верхнее и нижнее 20 мм (ГОСТ Р 6.30-2003 'Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов').
- 1.5. Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в центре верхнего поля листа без точки. Размер шрифта (кегль) 11. Тип шрифта Times New Roman. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится. Все страницы, начиная с 3-й (ВЕДЕНИЕ), нумеруются.
- 1.6. В тексте используется 'длинное тире', его клавиатурное сочетание в MS Word ? Ctrl + Alt + минус на дополнительной клавиатуре.
- 1.7. Используются 'кавычки-елочки', для вложенных кавычек ? ?кавычки-лапочки'
- 2. Примерный объем лабораторной практической работы 5-10 страниц. В этот объем включается: титульный лист, оглавление, введение, основной текст, заключение.
- 3. Первым листом работы является титульный лист.

Оформление заголовков.

Заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки (выравнивание по центру), без точки в конце и печатают заглавными буквами (Caps Lock) без подчеркивания. Каждый структурный элемент и каждую новую главу следует начинать с новой страницы.

Шрифт заголовков ? Times New Roman, полужирный.

Размер шрифта:

- 1 Заголовок (главы, название раздела) ? 14 (заголовок первого уровня)
- 1.1 Заголовок ? 13 (заголовок второго уровня)
- 1.1.1 Заголовок ? 12 (заголовок третьего уровня)

Главы нумеруют. Главы могут делиться на разделы и подразделы. Номер раздела состоит из номеров главы и номера раздела в главе (например: 1.2 (1 - номер главы, 2 - номер раздела), 2.5 (2 - номер главы, 5 - номер раздела) и т.д.), разделенных точкой. В конце номера точка не ставится. Аналогичным образом нумеруются и подразделы (например: 2.4.2 Анализ результатов). В нумерации после цифр идет пробел, а не табуляция. Заголовки разделов и подразделов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок первого уровня не помещается на одной строке, то на нижнюю строку переносят слово полностью. Разрыв слов при переносе не допускается. Между текстом и заголовком второго и третьего уровня оставляют двойной межстрочный интервал.

Заголовки второго и третьего уровней выделяют полужирным.

Оформление оглавления



На втором листе помещается оглавление, где указываются основные разделы работы и соответствующие им страницы. Заголовок ОГЛАВЛЕНИЕ пишется заглавными буквами посередине строки. Оглавление включает введение, наименование всех глав, разделов и подразделов, заключение, список использованных источников и литературы, наименование приложений, с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы. По ГОСТ 2.105-95 наименования, включенные в оглавление, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы, допускается набор заголовков первого уровня заглавными буквами. Желательно, чтобы оглавление помещалось на одной странице. Текст должен соответствовать оглавлению, как по оглавлению, так и по форме. Пример оглавления смотрите в Приложении Б.

Оформление рисунков

К рисунком относятся все графические изображения (схемы, графики, фотографии, рисунки). На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера главы и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1). Название пишется под рисунком по центру, как и рисунок, форматирование? как и у обычного текста. Слово 'Рисунок' пишется полностью. Если рисунок один, то он обозначается 'Рисунок 1'. Допускается не нумеровать мелкие иллюстрации (мелкие рисунки), размещенные непосредственно в тексте и на которые в дальнейшем нет ссылок. При ссылках на иллюстрацию следует писать '... в соответствии с рисунком 2' при сквозной нумерации и '... в соответствии с рисунком 1.2' при нумерации в пределах раздела, или (Рисунок 1.). После слово 'Рисунок 2' пишется название. В этом случае подпись должна выглядеть так: 'Рисунок 2 ? Название'. Точка в конце названия не ставится. Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначение приложения (например: Рисунок А.3).

Оформление таблиц

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела? в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (например: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Таблица В.2). Слово 'Таблица' пишется полностью. Наличие у таблицы собственного названия обязательно. Название состоит из 'Таблицы', номера, тире и названия. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: 'Таблица 3? Название'). Точка в конце названия не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначение марок материалов и типоразмеров изделий, обозначения нормативных документов не допускается. При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью, при этом нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую первую часть таблицы, не проводят. Над другими частями также слева пишут слово 'Продолжение' и указывают номер таблицы (например: Продолжение таблицы 1).

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Лабораторная практическая работа должна быть оформлена последовательно, грамотно и разборчиво. При возникновении вопросов по оформлению лабораторной практической работы студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Время, отведенное на выполнение контрольной работы, определяется преподавателем. По окончании отведенного на выполнение отчет по лабораторной практической работе сдается преподавателю для проверки.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)



Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля:
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Медицинская физика".



Приложение 2 к рабочей программе дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.8 Ядерный магнитный резонанс биологических объектов

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: <u>03.04.02 - Физика</u> Профиль подготовки: <u>Медицинская физика</u>

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

- 1. Каратаева, Фарида Хайдаровна (1948-). Спектроскопия ЯМР в органической химии : [учебное пособие] / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков .- Казань : Казанский университет, 2013 .- ; 21.
- Ч. 1: Общая теория ЯМР. Химические сдвиги ¹Н и ¹³С .- 2013 .- 130 с. : ил. Библиогр.: с. 129-130 (19 назв.) .- ISBN 978-5-00019-052-4 ((в обл.)) , 100.
- 2. Гидранович, Виктор Иосифович. Биохимия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по биологическим специальностям / В. И. Гидранович, А. В. Гидранович. 2-е изд. Минск: ТетраСистемс, [2012]. 528 с.: ил.; 21. Библиогр. в конце кн. ISBN 978-985-536-244-0 (в пер.), 1000.
- 3. Основы молекулярной диагностики. Метаболомика [Электронный ресурс] : учебник / Ершов Ю.А. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016.

http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970437230.html

- 4. Биохимия: учебник / Под ред. Е.С. Северина. 5-е изд., испр. и доп. 2012. 768 с. http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970423950.html
- 5. Уилсон К., Уолкер Дж., Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / -М. :БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015, 855с.

https://e.lanbook.com/book/66244#book name

6. Димитриев, А. Д. Биохимия [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А. Д. Димитриев, Е. Д. Амбросьева. - М. : Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2012. - 168 с. http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415230

Дополнительная литература:

- 1. Пространственное строение амилоидогенных пептидов и их комплексов с модельными мембранами в растворах методами спектроскопии ЯМР: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук: специальность 01.04.07 физика конденсированного состояния Усачев К. С. (Константин Сергеевич) http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/28894
- 2. Пространственное строение биологически активных пептидов в растворах и в комплексе с модельной мембраной по данным двумерных методов спектроскопии ЯМР: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук: специальность 01.04.07 Физика конденстрованного состояния

Ефимов С. В. (Сергей Владимирович) http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/28802

3. Барановский, В.И. Квантовая механика и квантовая химия [Электронный ресурс] - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. ? 428 с. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/92941. - Загл. с экрана.



Приложение 3 к рабочей программе дисциплины (модуля) Б1.В.ДВ.8 Ядерный магнитный резонанс биологических объектов

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: <u>03.04.02 - Физика</u> Профиль подготовки: <u>Медицинская физика</u>

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

