

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биофизики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической
и учебной работе

А.И. Скаф
Е.И. Скафа

“ 22 ” *сентября* 2016 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины
«Основы медицинской биофизики»**

Направление подготовки (специальность): 06.03.01 Биология

Образовательный уровень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, заочная

Донецк 2016



УТВЕРЖДАЮ:

Декан биологического факультета

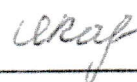
О.С.Горецкий

«21» «октября» 2016 г.

Программа учебной дисциплины «Основы медицинской биофизики» составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «20» апреля 2016 г. № 457, зарегистрированному в Министерстве юстиции ДНР от 01 августа 2016 г. № 1437 и «Положения об организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики», утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР «30» октября 2015 г. №750.

Разработчик:

д.мед.н., профессор кафедры биофизики



О.Г. Калинин

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 1 от "29" августа 2016 г.

/Зав. кафедрой



С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 2 от "21" октября 2016 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета



Е.В. Прокопенко

1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе: учебная дисциплина «Основы медицинской биофизики» является вариативной частью профессионального блока дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете ДонНУ кафедрой биофизики, основывается на базе дисциплин: Физика, Физические методы в биологии, Введение в биофизику, Биология человека, Физиология человека и животных, Математические методы в биологии, Анатомия человека, Гистология, Биохимия, Органическая химия, является основой для изучения дисциплин Физические методы диагностики и лечения в современной медицине, Биофизика медицины критических состояний и будущей профессиональной деятельности.

2. Нормативные ссылки (при необходимости)

3. Структура дисциплины (модуля)

Характеристика учебной дисциплины	очная форма обучения на базе		заочная форма обучения на базе		
	ОСО	СПО (сокращ.)	ОСО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Образовательный уровень:	Бакалавр				
Направление подготовки	06.03.01 Биология				
Профиль					
Количество содержательных модулей (тем)	1				
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы ¹	Вариативная часть, профессиональный блок				
Формы контроля	Модульный контроль, Экзамен				
Показатели	очная форма обучения на базе		*заочная форма обучения на базе		
	ОСО	СПО (сокращ.)	ОСО	СПО (сокращ.)	ВПО (сокращ.)
Количество зачетных единиц (кредитов)	2		2	2	
Количество часов	72		72	72	
Год подготовки	4		5	3	
Семестр	8				
Количество часов					
- лекционных	22		4	4	
- практических, семинарских					
- лабораторных	11		4	4	
- самостоятельной работы	39		64	64	
в т.ч. индивидуальное задание					
Недельное количество часов, т.ч.					
аудиторных	2+1		4+4	4+4	

ОСО – общее среднее образование

СПО – среднее профессиональное образование

ВПО – высшее профессиональное образование

1-в соответствии с ОП (образовательной программой)

4. Описание дисциплины

Цели и задачи

Цель - обучение студентов научно обоснованным схемам анализа и контроля уровня здоровья человека с точки зрения современной биофизики.

Задачи – определение функциональной способности различных систем человеческого организма; выявление главного физиологического механизма патологии с учетом всех систем, а также путей и степени естественной компенсации повреждения; рекомендации по мерам физиологической терапии, направленной на активизацию процессов восстановления и ауторегуляции организма.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки 06.03.01 Биология:

а) общекультурных (ОК):

способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-8);

осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной и просветительской деятельности (ОК-12);

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-13);

б) общепрофессиональных (ОПК):

способность применять базовые знания фундаментальных разделов математики и математических методов в биологии для освоения математического аппарата биологических наук (ОПК-1);

способность применять в профессиональной деятельности современные представления о принципах структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмах их гомеостатической регуляции; владеть основными методами анализа и оценки состояния живых систем (ОПК-6);

способность применять современные представления о принципах клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основах и молекулярных механизмах жизнедеятельности при решении профессиональных задач (ОПК-7);

способность применять базовые знания основ биологии человека и охраны его здоровья (ОПК-11);

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой и оборудованием (ПК-1);

лабораторно-диагностическая деятельность

владение химическими, бактериологическими и биофизическими методами исследований различных биологических материалов (ПК-8);

способность организовывать работу в соответствии с требованиями безопасности и охраны труда (ПК-13).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

ориентироваться: в современных проблемах и методах медицинской биофизики;

знать: методологию и методы биофизических исследований в профилактической и лечебной медицине; методы диагностики, прогнозирования, коррекции и реабилитации здоровья с использованием биофизического подхода; биофизические направления в медицинской экологии и медицине труда;

уметь: формулировать цели и задачи экспериментальных исследований в области медицинской биофизики; подбирать и использовать адекватные медицинским заданиям современные биофизические методы их решения, аппаратуру, оборудование;

владеть: навыками самостоятельного выполнения и обеспечения других медицинских специалистов методами регистрации, протоколирования обследования больных, проведения их анализа и обобщения с учетом биофизических закономерностей, а также методов других точных наук.

5. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Курс дисциплины «Основы медицинской биофизики» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных и эвристических методов обучения. В учебном процессе применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия и т.д.).

Самостоятельная работа студентов предусматривает подготовку к лабораторным занятиям, изучение учебной и методической литературы, составление конспектов.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1. Медицинская биофизика на современном этапе	
Тема 1. Предмет и основные задачи медицинской биофизики.	Основные цели и задачи медицинской биофизики. Медицинская биофизика на современном этапе. Основные перспективы развития.
Тема 2. Механические свойства биологических тканей.	Сочленения и рычаги в опорно-двигательном аппарате человека. Механическая работа человека. Эргометрия. Перегрузка и невесомость. Механические свойства твердых тел. Механические свойства биологических тканей.
Тема 3. Физические процессы в тканях при воздействии электрическим током и электромагнитными полями.	Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Гальванизация. Электрофорез лекарственных веществ. Воздействие переменными (импульсными) токами. Воздействие переменным магнитным полем. Воздействие переменным электрическим полем. Воздействие электромагнитными волнами.
Тема 4. Белковые структуры, белковые связи. Белки тканевой совместимости.	Международная база данных структуры белков (Protein Data Base, PDB). Классификация белков по их структуре и проблемы эволюции. Как знание структуры молекулы белка помогает понять механизм ее работы. Драг-дизайн (конструирование новых лекарственных препаратов). Определение белков тканевой совместимости (БТС). Детерминация БТС различных свойств организма.
Тема 5. Биоэлектрогенез и происхождение потенциалов покоя.	Строение и модели мембран. Некоторые физические свойства и параметры мембран. Перенос молекул и атомов через мембраны. Активный транспорт. Разновидности переноса молекул и ионов через биологические мембраны. Потенциал покоя. Потенциал действия и его распространение.
Тема 6. Свободные радикалы в биологических системах.	Биофизические основы действия ионизирующих излучений на организм. Детекторы ионизирующих излучений. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине. Ускорители заряженных частиц и их использование в медицине.
Тема 7. Люминисценция в биологических системах и ее применение в медицине.	Законы люминесценции. Анализ образующихся и разрушающихся флуоресцирующих веществ. Изучение проницаемости гематоэнцефалического барьера. Иммунофлуоресцентный анализ. Флуоресцентная микроскопия. Измерение свечения плазмы крови в целях диагностики заболеваний. Хемилюминисценция при активации фагоцитов.

Тема 8. Рентгеноструктурный анализ в современной медицине.	Характеристическое рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине.
Тема 9. Биоэнергетика дыхательной и нейронной цепи.	Широкий круг символических и технических моделей искусственных органов дыхания и кровообращения. Недостаточные связи с разнообразием факторов здоровья. Биофизические средства диагностики и управления. Перспективы.
Тема 10. Численные методы в медицинской диагностике.	Медицинская метрология. Специфика медико-биологических измерений. Физические измерения в биологии и медицине. Кибернетические системы. Элементы теории управления. Понятие о биологической и медицинской кибернетике.
Тема 11. Основы моделирования динамических биологических процессов в современной медицине.	Динамическая упорядоченность. Физико-математические основы динамики нелинейных систем. Автокаталитические системы. Стохастические процессы. Фазовые переходы. Динамика и регуляция.
Тема 12. Физические основы гемодинамики. Модели кровообращения.	Пульсовая волна. Работа и мощность сердца. Аппарат искусственного кровообращения. Физические основы клинического метода измерения давления крови. Определение скорости кровотока.
Тема 13. Резервные возможности живого организма. Выносливость.	Экстремальные условия и проявление в них скрытых резервов организма. Системы обучения использования резервов. Рекордные и удивительные достижения. Закаливание. Модели тренировок.
Тема 14. Надежность организма и риск нарушений здоровья.	Определение и показатели надежности систем. Стандартные и нестандартные условия функционирования биосистем. Риск выхода из строя важных для жизни функций при остром и долгосрочном влиянии вредных и опасных факторов. Вероятность заболевания, прогнозирование.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Содержательный модуль 1																								
	Количество часов																								
	Очная форма						Заочная форма																		
							на базе общего среднего образования					на базе среднего профессионального образования					на базе высшего профессионального образования								
всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.						
	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная работа			
Тема 1. Предмет и основные задачи медицинской биофизики.	3	1			2		5	1				4		5	1				4						
Тема 2. Механические свойства биологических тканей.	5	1		1	3		4					4		4						4					
Тема 3. Физические процессы в тканях при воздействии электрическим током и электромагнитными полями.	6	2		1	3		4					4		4						4					
Тема 4. Белковые структуры, белковые связи. Белки тканевой совместимости.	3	1			2		4					4		4						4					

Тема 5. Биоэлектrogenез и происхождение потенциалов покоя.	5	1		1	3		6	1		1	4		6	1		1	4							
Тема 6. Свободные радикалы в биологических системах.	3	1			2		4				4		4				4							
Тема 7. Люминисценция в биологических системах и ее применение в медицине.	6	2		1	3		5			1	5		5			1	5							
Тема 8. Рентгеноструктурный анализ в современной медицине.	5	1		1	3		5				5		5				5							
Тема 9. Биоэнергетика дыхательной и нейронной цепи.	6	2		1	3		7	1		1	5		7	1		1	5							
Тема 10. Численные методы в медицинской диагностике.	6	2		1	3		5				5		5				5							
Тема 11. Основы моделирования динамических биологических процессов в современной медицине.	6	2		1	3		5				5		5				5							
Тема 12. Физические основы гемодинамики. Модели кровообращения.	6	2		1	3		7	1		1	5		7	1		1	5							
Тема 13. Резервные возможности живого организма.	6	2		1	3		5				5		5				5							

Выносливость.																							
Тема 14. Надежность организма и риск нарушений здоровья.	6	2		1	3		5				5		5				5						
Итого по содержательному модулю I	72	22		11	39		72	4		4	64		72	4		4	64						
Всего часов по модулю	72	22		11	39		72	4		4	64		72	4		4	64						

6. Темы семинарских занятий
 7. Темы практических занятий
 8. Темы лабораторных занятий

	Тема лабораторного занятия
Лабораторная работа 1	Изучение биомеханических свойств биологических тканей
Лабораторная работа 2	Изучение структуры различных белков с помощью программы USCF Chimera
Лабораторная работа 3	Изучение транспорта лекарственных препаратов через клеточную мембрану
Лабораторная работа 4	Изучение технических моделей искусственных органов дыхания и кровообращения
Лабораторная работа 5	Изучение физических основ клинического метода измерения давления крови и определения скорости кровотока

9. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов предусматривает учебной и методической литературы, составление конспектов. Также предусмотрено написание реферата, подготовка и защита докладов по заданной тематике.

№	Вид работы	Баллы	Количество часов	
			дневная форма	заочная форма
1	Изучение учебной и методической литературы	2	9	16
2	Подготовка докладов и презентаций	2	10	16
3	Защита докладов	2	10	16
4	Написание реферата	4	10	16
Всего		10	39	64

Темы рефератов:

1. Биофизические процессы, лежащие в основе процессов дыхания и кровообращения
2. Биофизические средства диагностики и управления
3. Биофизические механизмы воздействия внешних факторов на живой организм
5. Изменение основных топологических и морфологических характеристик клеток различных тканей при патологии
6. Применение методов математического моделирования в прогнозировании заражения живого организма болезнью

10. Индивидуальные задания

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

Вопросы к модульному контролю

1. Предмет и основные задачи медицинской биофизики.
2. Механические свойства биологических тканей.
3. Рычаги в опорно-двигательном аппарате человека и их типы.
4. Эргометрия. Перегрузка и невесомость.
5. Физические процессы в тканях при воздействии электрическим током.
6. Физические процессы в тканях при воздействии электромагнитными полями.

7. Белковые структуры, белковые связи.
8. Белки тканевой совместимости.
9. Биоэлектрогенез и происхождение потенциалов покоя.
10. Свободные радикалы в биологических системах.
11. Механизмы образования свободных радикалов в организме.
12. Люминисценция в биологических системах и ее применение в медицине.
13. Рентгеноструктурный анализ в современной медицине.
14. Биоэнергетика дыхательной цепи.
15. Биоэнергетика нейронной цепи.
16. Численные методы в медицинской диагностике.
17. Основы моделирования динамических биологических процессов в современной медицине.
18. Физические основы гемодинамики.
19. Модели кровообращения.
20. Резервные возможности живого организма. Выносливость.
21. Надежность организма и риск нарушений здоровья.
22. Стандартные и нестандартные условия функционирования биосистем.

Вопросы к экзамену

1. Основные цели и задачи медицинской биофизики.
2. Медицинская биофизика на современном этапе. Основные перспективы развития.
3. Сочленения и рычаги в опорно-двигательном аппарате человека.
4. Механическая работа человека. Эргометрия. Перегрузка и невесомость.
5. Механические свойства твердых тел. Механические свойства биологических тканей.
6. Первичное действие постоянного тока на ткани организма.
7. Гальванизация. Электрофорез лекарственных веществ.
8. Воздействие переменными (импульсными) токами.
9. Воздействие переменным магнитным полем.
10. Воздействие переменным электрическим полем.
11. Воздействие электромагнитными волнами.
12. Международная база данных структуры белков (Protein Data Base, PDB). Классификация белков по их структуре и проблемы эволюции.
13. Драг-дизайн (конструирование новых лекарственных препаратов).
14. Определение белков тканевой совместимости (БТС).
15. Детерминация БТС различных свойств организма.
16. Строение и модели мембран.
17. Некоторые физические свойства и параметры мембран.
18. Перенос молекул и атомов через мембраны. Активный транспорт.
19. Разновидности переноса молекул и ионов через биологические мембраны.
20. Потенциал покоя. Потенциал действия и его распространение.
21. Биофизические основы действия ионизирующих излучений на организм.
22. Детекторы ионизирующих излучений.
23. Использование радионуклидов и нейтронов в медицине.
24. Ускорители заряженных частиц и их использование в медицине.
25. Законы люминисценции. Анализ образующихся и разрушающихся флуоресцирующих веществ.
26. Изучение проницаемости гематоэнцефалического барьера. Иммунофлуоресцентный анализ.
27. Флуоресцентная микроскопия. Измерение свечения плазмы крови в целях диагностики заболеваний.

28. Хемилюминисценция при активации фагоцитов.
29. Характеристическое рентгеновское излучение. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.
30. Физические основы применения рентгеновского излучения в медицине.
31. Модели искусственных органов дыхания и кровообращения.
32. Биофизические средства диагностики и управления. Перспективы.
33. Медицинская метрология. Специфика медико-биологических измерений.
34. Физические измерения в биологии и медицине. Кибернетические системы.
35. Элементы теории управления. Понятие о биологической и медицинской кибернетике.
36. Динамическая упорядоченность. Физико-математические основы динамики нелинейных систем.
37. Автокаталитические системы. Стохастические процессы.
38. Фазовые переходы. Динамика и регуляция.
39. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца.
40. Аппарат искусственного кровообращения.
41. Физические основы клинического метода измерения давления крови. Определение скорости кровотока.
42. Экстремальные условия и проявление в них скрытых резервов организма. Системы обучения использования резервов.
43. Рекордные и удивительные достижения. Закаливание. Модели тренировок.
44. Определение и показатели надежности систем.
45. Стандартные и нестандартные условия функционирования биосистем.
46. Риск выхода из строя важных для жизни функций при остром и долгосрочном влиянии вредных и опасных факторов.
47. Вероятность заболевания, прогнозирование.

12. Образец экзаменационного билета

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Образовательный уровень	Бакалавр
Направление подготовки	06.03.01 Биология
Семестр	8
Учебная дисциплина	Основы медицинской биофизики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Медицинская биофизика на современном этапе. Основные перспективы развития.
2. Биофизические основы действия ионизирующих излучений на организм.
3. Пульсовая волна. Работа и мощность сердца.

Утверждено на заседании кафедры биофизики
 Протокол № ____ от „____” _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой биофизики	Беспалова С.В.
Экзаменатор	Калинкин О.Г.

13. Образец тестового задания (при наличии)

14. Критерии оценивания

Оценка знаний студентов проводится по 100-балльной шкале согласно следующим критериям:

Зачетные модули	Форма контроля	Баллы
Содержательный модуль 1	Устный опрос	5
	Выполнение лабораторных работ	15
	Самостоятельная работа	10
	Модульный контроль	20
Экзамен	Устный опрос	50
Общий итог		100

Шкала оценивания:

По шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90–100	5 (отлично)	зачтено
B	80–89	4 (хорошо)	зачтено
C	75–79	4 (хорошо)	зачтено
D	70–74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60–69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35–59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

Экзамен оценивается в 50 баллов.

Для оценки экзамена преподаватель руководствуется следующими принципами:

50-40 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на вопросы билета;

39-30 баллов - показаны систематические и глубокие знания при ответе на вопросы билета, но при ответе допущены несущественные ошибки;

29-20 баллов – показаны не систематические и не глубокие знания при ответе на вопросы билета, при ответе допущено несколько существенных ошибок;

19-10 баллов - показаны поверхностные знания при ответе на вопросы билета, при ответе допущено много существенных ошибок;

9-1 балл - простые вопросы по знанию основных определений и формул, воспроизведены отдельные фрагменты материала с помощью экзаменатора.

0 - полное незнание материала.

15. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

1. Для проведения **лекционных занятий** используется аудитория на группу, оборудованная меловой доской, мультимедийным проектором и экраном.

2. Для обеспечения **лабораторных занятий** по данному курсу используется база НИИ травматологии и ортопедии Дон НМУ и Республиканского травматологического центра

16. Рекомендованная литература

Основная

1. Практикум для начинающих анестезиологов / Под ред. проф. Ю. С. Полушина. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб: ООО «Издательство ФОЛИАНТ», 2011. — 256 с.: ил
2. Шанин В.Ю. Патофизиология критических состояний. «ЭЛБИ-СПб» -Москва. — 2003. — 436 с.
3. Патофизиология. В 3т. : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Воложин и др. : под ред. А.И. Воложина, Г.В. Порядина. — Т.1. — М. : Издательский центр «Академия», 2006. — 272 с.
4. Жданов Г.Г. Реанимация и интенсивная терапия : учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г.Г. Жданов, А.П. Зильберт. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 400 с.
5. Вольный И.Ф. Экстренная медицинская помощь на догоспитальном этапе. Практическое руководство / Вольный И.Ф., Постернак Г.И., Пешков Ю.В., Ткачева М.Ю. / Под ред. Никонова В.В., Белебезьева Г.И.. — 3-е изд., перераб. и доп. — Луганск, 2006. — 224 с.
6. Котельников Г.П. Травматология : национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 808 с.
7. Руководствр по клинической анестезиологии / Под. Ред. Б.Дж. Полларда: Пер. с англ. ; Под. Общ. Ред. Л.В. Колотилова, В.В.Мальцева. -М. : МЕДпресс-информ, 2006. - 912 с.6 ил.

Дополнительная


1. Рубин, А. Б. Биофизика : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 020400 (020200) "Биология" и специальности 020207 "Биофизика" : [в 3 т.]. Т. 2 : Биофизика клеточных процессов ; Биофизика мембранных процессов / А. Б. Рубин. - Москва : Институт компьютерных исследований ; Ижевск, 2013. - 381 с. (1 экз.).
2. Шугуров, Олег Алексеевич. Краткий курс биофизики : учеб. пособие для студентов физ. специальностей / О. А. Шугуров, О. О. Шугуров ; Днепрпетр. нац. ун-т. - Днепрпетровск : Днепрпетр. нац. ун-т, 2007. - 143 с. (1 экз.)
3. Джаксон, М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика / М. Б. Джаксон ; пер. с англ. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. - Москва : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. (3 экз.)
4. Мороз В.В. Шок : учебно-методическое пособие для студентов, ординаторов, аспирантов и врачей / Мороз В.В., Бобринская И.Г., Васильев В.Ю., Спиридонова Е.А., Тишков Е.А. Сурахин В.С. Москва. — 2011. — 29 с.
5. Корнилов Н.В. Травматология и ортопедия : учебник / Н.В. Корнилов : под ред. Н.В. Корнилова. — 3-е изд., доп. и перераб. — М. : ГЕОТАР – Медиа, 2011. — 592 с.

17. Информационные ресурсы

1. <http://www.xai-medica.com/articles.htm>

18. Программное обеспечение (при наличии)

1. Программа для визуализации белковой структуры молекул UCSF Chimera

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 2017-18 год. Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.17
 /Заведующий кафедрой биофизики  С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 201____ год. Протокол заседания кафедры № ____ от ____ .