

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

 М. Е. Луштенков

«30» 06 2016 г.

Регистрационный № УД-120304/Б1. ВОР14/Р

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОТЕХНИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ
АППАРАТОВ И СИСТЕМ**
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Направление подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Квалификация бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	12
Практические занятия, часы	-
Лабораторные занятия, часы	56
Курсовая работа, семестр	-
Курсовой проект, семестр	8
Зачёт, семестр	-
Экзамен, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	68
Самостоятельная работа, часы	112
Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр	-
Всего часов / зачетных единиц	180/5

Кафедра-разработчик программы: «Физические методы контроля»

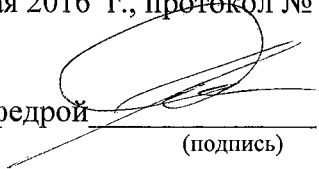
Составитель: А.В. Кушнер, канд.техн.наук, доцент

Могилев, 2016 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (уровень бакалавриата), утвержденным приказом №_216 от 12.03. 2015 г., учебным планом рег. № 120304-2, утвержденным 26.02.2016 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля»
(название кафедры)

«16» мая 2016 г., протокол № 7.

Зав. кафедрой  С.С. Сергеев
(подпись)

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета
Белорусско-Российского университета

« 28 » 06 2016 г., протокол № 5 .

Зам. председателя президиума
научно-методического совета

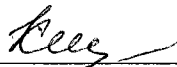
 А.Д. Бужинский

Рецензент:

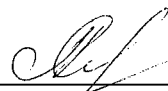
Генеральный директор ЗАО «МТП» к.т.н., доцент Молочков Александр Васильевич

Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим
отделом

 Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического
отдела


28.06.16 О.Е. Печковская

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной учебной дисциплины является ознакомление студентов с общей стратегией при проектировании аппаратов и систем медицинского назначения, современными методами проектирования с использованием средств автоматизированного проектирования (САПР), приобретении практических навыков решения современных задач проектирования.

1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные принципы и подходы, применяемые при проектировании аппаратов и систем медицинского назначения, этапы проектирования и стадии разработки приборов и систем медицинского назначения, современную классификацию приборов, изучить функциональную структуру приборов и их компонентов, физические основы и принципы построения приборов и систем медицинского назначения и о перспективы их развития, возможности современных средств САПР;

уметь: применять техническое и программное обеспечение САПР, ставить и решать задачи с использованием прикладных программ;

владеть: способностью рационального проектирования аппаратов и систем медицинского назначения, проектированием с использованием автоматизированных программных средств.

1.3 Место дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина «Основы проектирования биотехнических и медицинских аппаратов и систем» относится к блоку 1 (вариативная часть) «Обязательные дисциплины».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика (дифференциальное и интегральное исчисление, теория дифференциальных уравнений, векторная алгебра);
- физика (электростатика, магнетизм, электромагнитная индукция);
- общая электротехника;
- электроника и микропроцессорная техника;
- конструирование электронной техники;
- метрология, стандартизация и технические измерения;
- компьютерное проектирование.

Кроме того, результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ПК-20	Готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинский и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
ПК-21	Способностью разрабатывать проектную и техническую документацию,

	оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий
ПК-22	Готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Но мер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компет.
1	Введение.	Цель и задачи курса. Основные принципы медицинского приборостроения. Терминология медицинского приборостроения..	ПК-20 ПК-21 ПК-22
2	Проектирование приборов и систем. Основные положения.	Компоненты проектирования. Подходы к процессу проектирования. Этапы проектирования. Структура технического задания на проектирование. Методы формирования идеи проектирования. Методы интенсификации процесса формирования идей. Процесс инженерного анализа. Оптимизация параметров проектируемых приборов и систем. Общая структура медицинской измерительной системы Ограничения медицинских измерений. Классификация биомедицинских приборов. Принципы проектирования. Виды конструкторской документации, создание проектной документации. Обзор современных компьютерных систем автоматизации проектных операций. CAD, CAM, CAE, EDA системы.	ПК-20 ПК-21 ПК-22
3	Измерительные сигналы в приборах и системах медицинского назначения	Принципы работы основных видов сенсоров используемых в биомедицинской аппаратуре. Измерение смещений. Резистивные датчики. Мостовые схемы. Индуктивные датчики. Емкостные датчики. Пьезоэлектрические датчики. Измерение температуры. Термопары. Термисторы. Лучевая термометрия. Оптоволоконные термодатчики. Оптические измерения. Источники излучения. Геометрическая оптика и оптоволокно. Оптические фильтры. Датчики излучения. Комбинация оптических элементов. Способы ввода измерительных сигналов в вычислительные системы. Использование системных шин для сопряжения приборов и систем с ЭВМ. Последовательные интерфейсы сопряжения с ЭВМ: RS-232, RS-485. Основные характеристики шины USB. Природа биопотенциалов. Электроды для отведения биопотенциалов. Усилители биопотенциалов. Давление крови и тоны	ПК-20 ПК-21 ПК-22

		сердца. Измерение кровотока и объема крови. Измерение параметров дыхания. Химические биосенсоры. Оборудование клинической лаборатории. Визуализация в медицине. Приборы для лечения и протезирования.	
--	--	---	--

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) за- нятия	Часы	Лабораторные за- нятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение.	2		-	Лаб. р .№1. Интер- фейс системы Компас 3D. Использование гра- фических примитивов	4	2	ЗПР	3
2		-		-	Лаб. р .№2. Методы построения и редак- тирования чертежей	6	2	ЗПР	3
3	Тема 2. Проектирование приборов и систем. Основные положения.	2		-	Лаб. р .№3. Оформле- ние чертежей	4	2	КР ЗПР	6 3
4		-		-	Лаб. р .№4. Слои и типы линий	6	2	ЗПР	3
5	Тема 2. Проектирование приборов и систем. Основные положения.	-2		-	Лаб. р .№5. Использо- вание фрагментов	4	6	ЗПР	3
6		-		-	Лаб. р .№6. Работа с видом модели при трехмерном модели- ровании	6	6	ЗПР КР ПКУ	3 6 30
Модуль 2									
7	Тема 3. Измерительные сигналы в приборах и системах медицинского назначения	2		-	Лаб. р .№7. Построе- ние трехмерных кри- вых	4	4	ЗПР	3
8		-		-	Лаб. р .№8. Построе- ние поверхностных	6	4	ЗПР	3

				моделей				
9	Тема 3. Измерительные сигналы в приборах и системах медицинского назначения	2		- Лаб. р .№9. Построение твердотельных моделей	6	4	КР ЗПР	6 3
10		-		- Лаб. р .№10. Построение чертежей по модели	6	4	ЗПР	3
11	Тема 3. Измерительные сигналы в приборах и системах медицинского назначения	2		- Лаб. р .№11. Чтение сборочного чертежа	6	4	ЗПР КР ПКУ	6 6 30
1-12	Выполнение курсового проекта				-	36		
12-14					-	36	ПА* (экзамен)	40
	Итого	12		-	56	112		100

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация;

ЗПР – защита практической работы;

КР – контрольная работа;

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

2.3. Требования к курсовому проекту

Целью курсового проекта является привитие навыков самостоятельного применения в исследованиях и расчетах знаний по проектированию биотехнических аппаратов и систем.

Тематика курсовых проектов связана с вопросами расчета и разработки первичных преобразователей, структурных и принципиальных схем аппаратуры медицинского назначения, разработки метрологического обеспечения.

Курсовой проект включает графическую часть (3 листа формата А1) и пояснительную записку, содержащую: задание, содержание, введение, анализ биологического объекта измерения или медицинского воздействия, обоснование выбора метода измерения или медицинского воздействия, анализ современного состояния вопроса с целью разработки или модернизации аппаратуры медицинского назначения, компоновку устройства, его расчет, разработку мероприятий по охране труда, список использованных источников, приложения.

Примерный перечень тем курсовых проектов.

- Расчет и проектирование аппаратуры для УЗИ.
- Расчет и проектирование аппаратуры для ЭКГ.

Выполненный и правильно оформленный курсовой проект сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлена к защите. Проект должен быть подписан автором и руководителем.

Защита курсового проекта производится перед комиссией в составе 2-3 преподавателей кафедры. При оценке проекта учитывается качество ее содержания и самостоятельность выполнения поставленной задачи; оформление графической части и пояснительной записки, четкость сообщения и ответы на вопросы.

Разбивка этапов курсового проекта, определение количества минимальных и максимальных баллов за каждый из них производится преподавателем. Примерный перечень этапов выполнения курсового проекта и количества баллов за каждый из них представлен в таблице.

№	Этап выполнения	Мин. балл	Макс. балл
1	Анализ объекта измерения или медицинского воздействия	6	10
2	Сравнительный анализ методик и технических средств измерений или медицинских воздействий	6	10
3	Выбор метода измерения или медицинского воздействия	6	10
4	Разработка методики измерения или медицинского воздействия.	6	10
5	Разработка устройства для измерения или медицинского воздействия	6	10
6	Выбор технических средств и метролог. обеспеч.	6	10
	Итого за выполнение курсового проекта	36	60
	Защита курсового проекта	15	40

Итоговая оценка курсовой работы представляет собой сумму баллов за выполнение и защиту курсовой работы и выставляется в соответствии с приведенной шкалой:

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий**			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные	Тема 1-3			12
2	С использованием ЭВМ			Зан. 1-11	56
	ИТОГО				68

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств*	Наличие (+ / -)	Количество комплектов
1	Вопросы экзамену.	+	1
2	Экзаменационные билеты.	+	1
3	Контрольные задания для проведения рейтинг-контроля, промежуточной и итоговой аттестации.	+	4
4	Тесты для защиты лабораторных работ.	+	12
5	Тестовая (электронная) программа для оценки знаний студентов.	-	
6	Перечень тем курсового проекта.	+	1
7	Вопросы к контрольным и практическим работам	+	1

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>Компетенция ПК-20</i> готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования			
1	Пороговый уровень ...	Понимает суть правил и методов расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Оформление отчета по правилам и методам расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
2	Продвинутый уровень	Умеет проводить расчет деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской	Навыки расчета деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, био-

		и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	медицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
3	Высокий уровень	Умеет проводить расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Способность спроектировать детали, компоненты и узлы биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
<i>Компетенция ПК-21</i> способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий			
1	Пороговый уровень	Умеет оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Навыки оформления проектно-конструкторских работ в предметной сфере биотехнических систем и технологий
2	Продвинутый уровень	Умеет разрабатывать проектную и техническую документацию в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Навыки разработки проектной и технической документации в предметной сфере биотехнических систем и технологий
3	Высокий уровень	Может разработать проектную и техническую документацию, оформить законченную проектно-конструкторскую работу в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Способность разработки и оформления проектной и технической документации на проектно-конструкторскую работу в предметной сфере биотехнических систем и технологий
<i>Компетенция ПК-22</i> готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам			
1	Пороговый уровень	Понимает методы контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Оформление отчета по практической работе Выполнение курсового проекта
2	Продвинутый уровень	Умеет применять методы контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Оформление отчета по практической работе с использованием ПО Выполнение отдельных разделов курсового проекта с элементами разработок

		там	
3	Высокий уровень	Умеет осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам и техническим условиям другим нормативным документам.	Проектирование отдельных узлов медицинской аппаратуры с использованием САПР

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>Компетенция ПК-20</i> готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	
Оформление отчета по правилам и методам расчета и проектирования деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
Навыки расчета деталей, компонентов и узлов биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
Способность спроектировать детали, компоненты и узлы биотехнических систем, биомедицинской и экологической техники в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
<i>Компетенция ПК-21</i> способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы в предметной сфере биотехнических систем и технологий	
Навыки оформления проектно-конструкторских работ в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
Навыки разработки проектной и технической документации в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
Способность разработки и оформления проектной и технической документации на проектно-конструкторскую работу в предметной сфере биотехнических систем и технологий	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита курсового проекта. Контрольные работы. Защита практических работ.
<i>Компетенция ПК-22</i> готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на изделия и устройства медицинского и экологического назначения стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	
Оформление отчета по практической работе	Вопросы к контрольным и практическим работам и

Выполнение курсового проекта	к экзамену. Защита практических работ. Защита курсового проекта. Контрольные работы
Оформление отчета по практической работе с использованием ПО Выполнение отдельных разделов курсового проекта с элементами разработок	Вопросы к контрольным и практическим работам и к экзамену. Защита практических работ. Защита курсового проекта. Контрольные работы
Проектирование отдельных узлов медицинской аппаратуры с использованием САПР	Защита курсового проекта. Контрольные работы

5.3 Критерии оценки контрольных работ.

Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических вопроса и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 3 до 6 баллов. Каждый теоретический вопрос оценивается до 2 баллов. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

5.4 Критерии оценки практических работ.

Каждая выполненная и защищенная практическая работа оцениваются в диапазоне от 1 до 3 баллов. При этом 1 балл начисляется за выполнение работы и 1 или 2 балла за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы. Если по окончании модуля практическая работа выполнена, но не защищена, то баллы по ней не начисляются и она попадает в разряд задолженности.

5.5 Критерии оценки курсового проекта.

Курсовой проект включает шесть разделов, которые входят по три в каждый модуль. Каждый раздел оценивается количеством баллов от 6 до 10.

При этом:

максимальное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в полном объеме и в соответствии с методическими указаниями (МУ), проявил элементы творчества, использовал достаточное количество литературных и нормативных источников, аккуратно и правильно оформил графическую часть и пояснительную записку, вовремя представил материалы раздела руководителю;

минимальное положительное количество баллов по разделу начисляется в том случае, если студент выполнил раздел в соответствии с МУ, не проявил творчества, использовал явно недостаточное количество источников, допустил ошибки в расчетах или графических материалах, но устранил их, представил материалы раздела с отставанием от графика;

промежуточные значения положительных баллов начисляются в зависимости от уровня творчества студента, наполнения раздела, качества оформления расчетной и графической частей раздела, сроков представления материалов.

При защите работы количество положительных баллов лежит в диапазоне от 15 до 40. При оценке работы учитывается:

1. Полнота решения всех задач и качество содержания работы;
2. Самостоятельность решения поставленных задач;
3. Наличие элементов научных исследований (теоретических и экспериментальных);

4. Наличие элементов творчества студента;
5. Оформление графической части;
6. Оформление пояснительной записки;
7. Четкость и грамотность сообщения;
8. Качество и глубина ответов на вопросы.

Каждый из приведенных пунктов оценивается максимальным количеством баллов 5.

5.6 Критерии оценки экзамена.

Экзаменационный билет включает 4 теоретических вопроса из каждой дидактической единицы. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 5 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

Теоретические вопросы:

- ◆ **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы.
- ◆ **9 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы.
- ◆ **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера.
- ◆ **7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера.
- ◆ **6 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на дополнительные вопросы.
- ◆ **5 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки
- ◆ **Ниже 3 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов;

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- самостоятельное изучение материала по учебникам и другим источникам;
- тестирование по предмету и выполнение контрольных работ;
- обзор литературы;
- закрепление изученного материала на групповых занятиях;
- выполнение курсовой работы;
- работа со справочной литературой;
- подготовка к аудиторным занятиям;

- подготовка к сдаче экзамена.

Подготовка к тестированию и написанию контрольной работы по соответствующему модулю дисциплины подразумевает изучение лекционного материала и выполнение практических работ, относящихся к соответствующему модулю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в письменной форме.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических, творческих заданий;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература:

№	Название, библиографическое описание	Гриф УМО	К-во экз.
1	Корневский Н. А. , Биотехнические системы медицинского назначения : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 688с. : ил.	Рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	5
2	Корневский Н. А. , Узлы и элементы биотехнических систем : учебник / Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2013. - 448с.	Рек. УМО вузов РФ по образованию в обл. радиотехники, электроники, биомед. техники и автоматизации в качестве учебника для студ. вузов	5

7.2 Дополнительная литература:

№	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ. (на каф.)
1	Погорелов В.И. Autocad: Трехмерное моделирование и дизайн / В.И. Погорелов. – СПб. БХВ – Петербург, 2003. – 288 с.	1
2	Стещенко В.Б. P-CAD. Технология проектирования печатных плат / В. Б. Стещенко. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 720 с.	1
3	Бочков, А.Л. Трехмерное моделирование в системе Компас-3D. /А.Л. Бочков. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2007. – 84 с.	1

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

www.biotechnolog.ru, www.twirpx.com

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению конкретных видов учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Кушнер А.В. Основы проектирования аппаратов и систем медицинского назначения. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», Могилев, 2016. – 48 с.

7.4.2 Перечень программного обеспечения, используемого в учебном процессе (по видам занятий)

Компас 11.0 3D - программный пакет для создания конструкторской документации.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «» (ауд. 506, корп.2), рег. номер ПУЛ-4.508-506/2-15.