

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ

к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория биотехнических систем

Образовательная программа: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, магистерская
программа: Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

Курс: 1, семестр : 1

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	1
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	4
2	Всего часов	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	47
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	0
6	Лабораторные занятия, час.	18
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	9
10	Самостоятельная работа, час.	97
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

ФГОС введен в действие приказом №1497 от 21.11.2014 г. , дата утверждения: 17.12.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ССОД, протокол заседания кафедры №2/1 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматике и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.б.н. Павлов А. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Прохоренко Е. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Прохоренко Е. В.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.4 способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства в области создания биотехнических систем и технологий на предприятии
Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения; в части следующих результатов обучения:
з4. знать особенности конструкции и технологические возможности новых образцов биотехнических систем и технологий
Компетенция ФГОС: ПК.1 способность анализировать современное состояние проблем в предметной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи; в части следующих результатов обучения:
у3. уметь анализировать поставленные исследовательские задачи в области биотехнических систем и технологий на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации
Компетенция ФГОС: ПК.11 готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов, систем и комплексов на этапах проектирования и производства; в части следующих результатов обучения:
у1. уметь проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в сфере биотехнических систем и технологий
Компетенция ФГОС: ПК.13 готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции; в части следующих результатов обучения:
з4. знать системы и методы организации обеспечения и контроля качества инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения
з5. знать особенности организации, организационные формы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ и обслуживания производства инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения
у2. уметь проводить анализ текущего состояния производства в области создания биотехнических систем и технологий
Компетенция ФГОС: ПК.14 готовность участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта; в части следующих результатов обучения:
з2. знать производительность и экономичность производства деталей биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования; в части следующих результатов обучения:
з3. знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных
з4. знать особенности проведения научного исследования при работе с биологическими объектами
з6. знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность проектировать устройства, приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований; в части следующих результатов обучения:
з1. знать принципы конструкторско-технологического проектирования
з7. знать принципы построения биотехнических систем и технологий
у6. уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Компетенция ФГОС: ПК.8 способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства биомедицинской и экологической техники; в части следующих результатов обучения:
з2. знать стандарты в области создания биотехнических систем и технологий
Компетенция ФГОС: ПК.9 способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения; в части следующих результатов обучения:

31. знать влияние конструкции на производительность и экономичность производства биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения
33. знание технологии изготовления высокоточных механических, электромеханических и электронных деталей и сборочных единиц биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Теория биотехнических систем</i>	
ОПК.1.34 знать особенности конструкции и технологические возможности новых образцов биотехнических систем и технологий	
1.знать особенности конструкции и технологические возможности новых образцов биотехнических систем и технологий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.1.у3 уметь анализировать поставленные исследовательские задачи в области биотехнических систем и технологий на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	
2.уметь анализировать поставленные исследовательские задачи в области биотехнических систем и технологий на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.33 знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных	
3.знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.34 занять особенности проведения научного исследования при работе с биологическими объектами	
4.знать особенности проведения научного исследования при работе с биологическими объектами	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.3.36 знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента	
5.знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОК.4.у1 уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства в области создания биотехнических систем и технологий на предприятии	
6.уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства в области создания биотехнических систем и технологий на предприятии	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.31 знать принципы конструкторско-технологического проектирования	
7.знать принципы конструкторско-технологического проектирования	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.37 знать принципы построения биотехнических систем и технологий	
8.знать принципы построения биотехнических систем и технологий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.6.у6 уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	
9.уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.8.32 знать стандарты в области создания биотехнических систем и технологий	

10.знать стандарты в области создания биотехнических систем и технологий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.31 знать влияние конструкции на производительность и экономичность производства биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	
11.знать влияние конструкции на производительность и экономичность производства биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.9.33 знание технологии изготовления высокоточных механических, электромеханических и электронных деталей и сборочных единиц биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	
12.знание технологии изготовления высокоточных механических, электромеханических и электронных деталей и сборочных единиц биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.11.y1 уметь проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в сфере биотехнических систем и технологий	
13.уметь проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в сфере биотехнических систем и технологий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.13.34 знать системы и методы организации обеспечения и контроля качества инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	
14.знать системы и методы организации обеспечения и контроля качества инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.13.35 знать особенности организации, организационные формы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ и обслуживания производства инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	
15.знать особенности организации, организационные формы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ и обслуживания производства инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.13.y2 уметь проводить анализ текущего состояния производства в области создания биотехнических систем и технологий	
16.уметь проводить анализ текущего состояния производства в области создания биотехнических систем и технологий	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.14.32 знать производительность и экономичность производства деталей биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	
17.знать производительность и экономичность производства деталей биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 1			
Дидактическая единица: Характеристика биологических объектов как объектов исследования			

1. Определения, свойства биотехнических систем, история развития. Биологические, медицинские и биотехнические системы. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Иерархия сложной системы и декомпозиция. Источники и происхождение биологических сигналов как носителей информации о состоянии организма. Принципы построения систем для регистрации и анализа различных проявлений жизнедеятельности организма. Принципы организации и обобщенная структура. Диагностические системы и комплексы, основанные на регистрации различных проявлений жизнедеятельности.	0	2	1, 2, 3, 4
Дидактическая единица: Бионическая методология биотехнических систем			
2. Бионическая методология изучения живых организмов. Особенности биологических систем управления. Уровни сложности в строении живых систем. Регуляция функций в организме. Понятие гомеостазиса. Функциональные системы организма. Структурная организация и законы функционирования. Роль обратных связей.	0	2	5, 6, 8
Дидактическая единица: Классификация биотехнических систем			
2. Целевая функция биотехнических систем. Биотехнические системы медицинского назначения. Биотехнические системы эргатического типа. Биотехнические системы целенаправленного управления поведением целостного организма. Бионические принципы синтеза биотехнических систем.	0	2	7, 9
Дидактическая единица: Информационные характеристики сенсорных и моторных систем биообъекта как элемента биотехнических систем			
4. Способы передачи информации от технической системы к человеку. Характеристики восприятия информации человеком. Анализаторы сигналов внешней и внутренней среды. Характеристики зрительного, слухового и тактильного анализаторов. Эффекторные подсистемы передачи принимаемых человеком решений. Сенсомоторные реакции. Моторные действия и речь как способы передачи команд.	0	2	10, 7
Дидактическая единица: Биотехнические системы медицинского назначения			
5. Измерительно-вычислительные системы медицинского назначения, мониторинговые и скрининг системы, системы лечебно-терапевтического назначения. Биотехнические системы для физкультурно-оздоровительных комплексов, приборы и комплексы для лабораторного анализа.	0	2	10, 12
Дидактическая единица: Биотехнические системы эргатического типа			

6. Структурная схема БТС эргатического типа, метод поэтапного моделирования. Свойство суперадаптивности БТС. Согласование управленческих характеристик человека-оператора и управляемой им системы (объекта). Информационное согласование биологических и технических объектов БТС. Принципы адекватности и единства информационной среды. Методы повышения надежности работы человека-оператора. Информационная обратная связь. Структурная схема трена-жерно-моделирующего комплекса. Роль отдельных подсистем: имитации внешней среды, имитационная модель управляемого объекта (процесса), подсистемы оценки деятельности, результатов деятельности и психофизиологического состояния оператора. Тренажерно-моделирующие комплексы в системах профессионального отбора и обучения. Тестовые методы для исследования состояния человека. Формирование психодиагностических тестов. Структура психодиагностического комплекса.	0	2	11, 12, 13, 14
Дидактическая единица: Биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма			
7. Принципы управления состоянием внутренней среды живого организма. Контактные и бесконтактные методы воздействия на живой организм. Принцип биологической обратной связи. Функциональная схема. Программно-аппаратная реализация. Клинические применения биологической обратной связи. Биологические обратные связи для обеспечения режима адекватного управления в биотехнических системах. Биотехнические комплексы с использованием животных	0	2	14, 15
Дидактическая единица: Биотехнические комплексы с использованием животных.			
8. Терапевтические аппараты и системы. Физические процессы при воздействиях лечебными факторами. Биостимуляторы. Хирургическая операционная техника. Экстракорпоральная и протезирующая техника. Трансплантируемая техника. Искусственные органы: сердце, лёгкие, почка и др. Технические, технологические, медицинские проблемы создания искусственных органов. "Искусственное сердце", структура, технические характеристики. "Искусственная почка", структура, технические характеристики. "Электромеханический протез руки", структура, технические характеристики. Кардиостимулятор.	0	2	14, 15
Дидактическая единица: Биотехнические системы временного и длительного замещения функций живого организма			
9. Биотехнические комплексы с использованием животных.	0	2	16, 17

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Биотехнические системы эргатического типа				

3. Психодиагностический комплекс.	4	6	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9	Студенты изучают работу БТС . Приобретают простейшие навыки монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем.
Дидактическая единица: Биотехнические системы управления состоянием и поведением живого организма				
2. Система игровой биологической обратной связи.	4	6	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9	Студенты изучают работу БТС . Приобретают простейшие навыки монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем.
Дидактическая единица: Биотехнические системы временного и длительного замещения функций живого организма				
1. Биотехническая система "искусственное сердце-легкие"	4	6	1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Студенты изучают работу БТС . Приобретают простейшие навыки монтажа, настройки и регулировки узлов биотехнических систем.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	РГЗ	13, 16, 2, 6, 9	30	0
: Белик Д. В. Системы и приборы для хирургии, реанимации и замещения функций органов : учебное пособие по дисциплинам "Медицинские приборы, системы и комплексы" и "Теория биотехнических систем" для 4 и 5 курсов направлений 200300 "Биомедицинская инженерия" и 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Д. В. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 276, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/belik.pdf Белик Д. В. Механизмы реагирования организма человека на физические воздействия. Предпосылки к созданию физиотерапевтических аппаратов : учебное пособие / Д. В. Белик, К. Д. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011 Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : методические указания к выполнению лабораторных работ для 3 курса АВТФ, направление 201000 - биотехнические системы и технологии / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. З. Н. Педонова]. - Новосибирск, 2013. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184644				
2	Подготовка к занятиям	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	33	0
: Белик Д. В. Системы и приборы для хирургии, реанимации и замещения функций органов : учебное пособие по дисциплинам "Медицинские приборы, системы и комплексы" и "Теория биотехнических систем" для 4 и 5 курсов направлений 200300 "Биомедицинская инженерия" и 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Д. В. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 276, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/belik.pdf Белик Д. В. Механизмы реагирования организма человека на физические воздействия. Предпосылки к созданию физиотерапевтических аппаратов : учебное пособие / Д. В. Белик, К. Д. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011 Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : методические указания к выполнению лабораторных работ для 3 курса АВТФ, направление 201000 - биотехнические системы и технологии / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. З. Н. Педонова]. - Новосибирск, 2013. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184644				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 3, 4, 5, 7, 8	34	9

: Белик Д. В. Системы и приборы для хирургии, реанимации и замещения функций органов : учебное пособие по дисциплинам "Медицинские приборы, системы и комплексы" и "Теория биотехнических систем" для 4 и 5 курсов направлений 200300 "Биомедицинская инженерия" и 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Д. В. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 276, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/belik.pdf> Белик Д. В. Механизмы реагирования организма человека на физические воздействия. Предпосылки к созданию физиотерапевтических аппаратов : учебное пособие / Д. В. Белик, К. Д. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011 Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : методические указания к выполнению лабораторных работ для 3 курса АВТФ, направление 201000 - биотехнические системы и технологии / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. З. Н. Педонова]. - Новосибирск, 2013. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184644

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Консультирование	Портал НГТУ: http://ciu.nstu.ru/kaf/persons/74021

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм
1	Метод проектов:Проектирование БТС
Краткое описание применения: Студентам формулируется задача разработать БТС, выполняющую определенную функцию, в процессе решения которой разрабатывается структура БТС, порядок функционирования, предлагаются конкретные технические решения и материалы.	

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Подготовка к занятиям:</i>	5	10
<i>Лекция:</i>	10	10
<i>Лабораторная:</i>	20	20
<i>РГЗ:</i>	10	20
<i>Экзамен:</i>	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОК.4	у1. уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства в области создания биотехнических систем и технологий на предприятии	+	+
ОПК.1	34. знать особенности конструкции и технологические возможности новых образцов биотехнических систем и технологий	+	+
ПК.1	у3. уметь анализировать поставленные исследовательские задачи в области биотехнических систем и технологий на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	+	+
ПК.11	у1. уметь проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в сфере биотехнических систем и технологий		+
ПК.13	34. знать системы и методы организации обеспечения и контроля качества инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	+	+
	35. знать особенности организации, организационные формы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ и обслуживания производства инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения		+
	у2. уметь проводить анализ текущего состояния производства в области создания биотехнических систем и технологий		+
ПК.14	32. знать производительность и экономичность производства деталей биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения		+
ПК.3	33. знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных	+	+
	34. зaнть особенности проведения научного исследования при работе с биологическими объектами	+	+
	36. знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента	+	+
ПК.6	31. знать принципы конструкторско-технологического проектирования	+	+
	37. знать принципы построения биотехнических систем и технологий	+	+
	у6. уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	+	+
ПК.8	32. знать стандарты в области создания биотехнических систем и технологий	+	+
ПК.9	31. знать влияние конструкции на производительность и экономичность производства биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	+	+

	з3. знание технологии изготовления высокоточных механических, электромеханических и электронных деталей и сборочных единиц биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	+	+
--	--	---	---

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Илясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника : [учебное пособие для вузов по направлениям "Биотехнические и медицинские аппараты и системы", "Инженерное дело в медико-биологической практике", "Биомедицинская инженерия"] / Л. В. Илясов. - М., 2007. - 341 с.
2. Ершов Ю. А. Основы анализа биотехнических систем. Теоретические основы БТС : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Биомедицинская техника" и др.] / Ю. А. Ершов, С. И. Щукин. - М., 2011. - 526, [1] с. : ил., табл.
3. Технические методы и средства диагностики и лечения : [учебное пособие по направлению 200300 "Биомедицинская инженерия"] / С. В. Моторин [и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 222, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/motorin.pdf>

Дополнительная литература

1. Белик Д. В. Контрактивная биоэлектрокинетика. Аспекты лечебного применения физиовоздействий : научное издание / Д. В. Белик, К. Д. Белик. - Новосибирск, 2005. - 303, [1] с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : методические указания к выполнению лабораторных работ для 3 курса АВТФ, направление 201000 - биотехнические системы и технологии / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. З. Н. Педонова]. - Новосибирск, 2013. - 39, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000184644
2. Белик Д. В. Механизмы реагирования организма человека на физические воздействия. Предпосылки к созданию физиотерапевтических аппаратов : учебное пособие / Д. В. Белик, К. Д. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011
3. Белик Д. В. Системы и приборы для хирургии, реанимации и замещения функций органов : учебное пособие по дисциплинам "Медицинские приборы, системы и комплексы" и "Теория биотехнических систем" для 4 и 5 курсов направлений 200300 "Биомедицинская инженерия" и 201000 "Биотехнические системы и технологии" / Д. В. Белик; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 276, [1] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/belik.pdf>

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Windows

2 Microsoft Office

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Аппарат искусственной вентиляции легких "ФАЗА-5-01", вариант исполнения: аппарат искусственной вентиляции легких "ФАЗА-5НР-01"	Лабораторные занятия
2	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Лекционные занятия
3	Проектор BenQ Projector MX660P	Лабораторные занятия
4	ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФ ЭК-1Т-03М2	Лабораторные занятия

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра систем сбора и обработки данных

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ” _____ Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория биотехнических систем

Образовательная программа: 12.04.04 Биотехнические системы и технологии, магистерская
программа: Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория биотехнических систем приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.4/НИ способность адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	у1. уметь применять методы системного анализа для подготовки и обоснования выводов о состоянии производства в области создания биотехнических систем и технологий на предприятии	Бионическая методология изучения живых организмов. Особенности биологических систем управления. Уровни сложности в строении живых систем. Регуляция функций в организме. Понятие гомеостазиса. Функциональные системы организма. Структурная организация и законы функционирования. Роль обратных связей. Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.	РГЗ	
ОПК.1/НИ способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	з4. знать особенности конструкции и технологические возможности новых образцов биотехнических систем и технологий	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Определения, свойства биотехнических систем, история развития. Биологические, медицинские и биотехнические системы. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Иерархия сложной системы и декомпозиция. Источники и происхождение биологических сигналов как носителей информации о состоянии организма. Принципы построения систем для регистрации и анализа различных проявлений жизнедеятельности организма. Принципы организации и обобщенная структура. Диагностические системы и комплексы, основанные на регистрации различных проявлений жизнедеятельности. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.		Экзамен, вопросы 13,18

ПК.1/НИ способность анализировать современное состояние проблем в предметной области биотехнических систем и технологий (включая биомедицинские и экологические задачи	у3. уметь анализировать поставленные исследовательские задачи в области биотехнических систем и технологий на основе сбора, отбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	Биотехническая система "искусственное сердце- легкие" Определения, свойства биотехнических систем, история развития. Биологические, медицинские и биотехнические системы. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Иерархия сложной системы и декомпозиция. Источники и происхождение биологических сигналов как носителей информации о состоянии организма. Принципы построения систем для регистрации и анализа различных проявлений жизнедеятельности организма. Принципы организации и обобщенная структура. Диагностические системы и комплексы, основанные на регистрации различных проявлений жизнедеятельности. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.	РГЗ	
ПК.11/ПТ готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов, систем и комплексов на этапах проектирования и производства	у1. уметь проводить анализ состояния инновационных научно-технических задач путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников в сфере биотехнических систем и технологий	Структурная схема БТС эргатического типа, метод поэтапного моделирования. Свойство суперадаптивности БТС. Согласование управленческих характеристик человека- оператора и управляемой им системы (объекта). Информационное согласование биологических и технических объектов БТС. Принципы адекватности и единства информационной среды. Методы повышения надежности работы человека- оператора. Информационная обратная связь. Структурная схема трена-жерно- моделирующего комплекса. Роль отдельных подсистем: имитации внешней среды, имитационная модель управляемого объекта (процесса), подсистемы оценки деятельности, результатов деятельности и психофизиологического состояния оператора. Тренажерно-моделирующие комплексы в системах профессионального отбора и обучения. Тестовые методы для исследования состояния человека. Формирование психодиагностических тестов. Структура		Экзамен, вопросы 6-9

		психодиагностического комплекса.		
ПК.13/ОУ готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции	34. знать системы и методы организации обеспечения и контроля качества инновационных биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Принципы управления состоянием внутренней среды живого организма. Контактные и бесконтактные методы воздействия на живой организм. Принцип биологической обратной связи. Функциональная схема. Программно-аппаратная реализация. Клинические применения биологической обратной связи. Биологические обратные связи для обеспечения режима адекватного управления в биотехнических системах. Биотехнические комплексы с использованием животных Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Терапевтические аппараты и системы. Физические процессы при воздействиях лечебными факторами. Биостимуляторы. Хирургическая операционная техника. Экстракорпоральная и протезирующая техника. Трансплантируемая техника. Искусственные органы: сердце, лёгкие, почка и др. Технические, технологические, медицинские проблемы создания искусственных органов. "Искусственное сердце", структура, технические характеристики. "Искусственная почка", структура, технические характеристики. "Электромеханический протез руки", структура, технические характеристики. Кардиостимулятор.		Экзамен, вопросы 18-20
ПК.13/ОУ	35. знать особенности организации, организационные формы научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических работ и обслуживания производства инновационных биотехнических систем	Принципы управления состоянием внутренней среды живого организма. Контактные и бесконтактные методы воздействия на живой организм. Принцип биологической обратной связи. Функциональная схема. Программно-аппаратная реализация. Клинические применения биологической обратной связи. Биологические обратные связи для обеспечения режима адекватного управления в		Экзамен, вопросы 8-20

	медицинского, экологического и биометрического назначения	биотехнических системах. Биотехнические комплексы с использованием животных Терапевтические аппараты и системы. Физические процессы при воздействиях лечебными факторами. Биостимуляторы. Хирургическая операционная техника. Экстракорпоральная и протезирующая техника. Трансплантируемая техника. Искусственные органы: сердце, лёгкие, почка и др. Технические, технологические, медицинские проблемы создания искусственных органов. "Искусственное сердце", структура, технические характеристики. "Искусственная почка", структура, технические характеристики. "Электромеханический протез руки", структура, технические характеристики. Кардиостимулятор.		
ПК.13/ОУ	у2. уметь проводить анализ текущего состояния производства в области создания биотехнических систем и технологий	Биотехнические комплексы с использованием животных.	РГЗ	
ПК.14/ОУ готовность участвовать в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности создаваемого продукта	32. знать производительность и экономичность производства деталей биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Биотехнические комплексы с использованием животных.		Экзамен
ПК.3/НИ способность организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования	33. знать компьютерные технологии обработки и анализа медико-биологических данных	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Определения, свойства биотехнических систем, история развития. Биологические, медицинские и биотехнические системы. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Иерархия сложной системы и декомпозиция. Источники и происхождение биологических сигналов как носителей информации о состоянии организма. Принципы построения систем для регистрации и анализа различных проявлений		Экзамен, вопросы 1-13

		жизнедеятельности организма. Принципы организации и обобщенная структура. Диагностические системы и комплексы, основанные на регистрации различных проявлений жизнедеятельности. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.		
ПК.3/НИ	34. знать особенности проведения научного исследования при работе с биологическими объектами	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Определения, свойства биотехнических систем, история развития. Биологические, медицинские и биотехнические системы. Системный подход при сопряжении элементов живой и неживой природы. Иерархия сложной системы и декомпозиция. Источники и происхождение биологических сигналов как носителей информации о состоянии организма. Принципы построения систем для регистрации и анализа различных проявлений жизнедеятельности организма. Принципы организации и обобщенная структура. Диагностические системы и комплексы, основанные на регистрации различных проявлений жизнедеятельности. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.		Экзамен, вопросы 13-20
ПК.3/НИ	36. знать методы проведения экспериментальных исследований и обработки данных эксперимента	Бионическая методология изучения живых организмов. Особенности биологических систем управления. Уровни сложности в строении живых систем. Регуляция функций в организме. Понятие гомеостаза. Функциональные системы организма. Структурная организация и законы функционирования. Роль обратных связей. Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи.		Экзамен, вопросы 1-10
ПК.6/ПК способность проектировать устройства,	31. знать принципы конструкторско-технологического проектирования	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Психодиагностический		Экзамен, вопросы 10-20

приборы, системы и комплексы биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований		комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Способы передачи информации от технической системы к человеку. Характеристики восприятия информации человеком. Анализаторы сигналов внешней и внутренней среды. Характеристики зрительного, слухового и тактильного анализаторов. Эффекторные подсистемы передачи принимаемых человеком решений. Сенсомоторные реакции. Моторные действия и речь как способы передачи команд. Целевая функция биотехнических систем. Биотехнические системы медицинского назначения. Биотехнические системы эргатического типа. Биотехнические системы целенаправленного управления поведением целостного организма. Бионические принципы синтеза биотехнических систем.		
ПК.6/ПК	з7. знать принципы построения биотехнических систем и технологий	Бионическая методология изучения живых организмов. Особенности биологических систем управления. Уровни сложности в строении живых систем. Регуляция функций в организме. Понятие гомеостазиса. Функциональные системы организма. Структурная организация и законы функционирования. Роль обратных связей. Биотехническая система "искусственное сердце-легкие"		Экзамен, вопросы 12-17
ПК.6/ПК	уб. уметь выполнять расчет и проектирование деталей и узлов биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Целевая функция биотехнических систем. Биотехнические системы медицинского назначения. Биотехнические системы эргатического типа. Биотехнические системы целенаправленного управления поведением целостного организма. Бионические принципы синтеза биотехнических систем.	РГЗ	

ПК.8/ПТ способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства биомедицинской и экологической техники	32. знать стандарты в области создания биотехнических систем и технологий	Измерительно- вычислительные системы медицинского назначения, мо- ниторные и скрининг системы, системы лечеб- но-терапевтического назначения. Биотехнические системы для физкультурно- оздоровительных комплексов, приборы и комплексы для лабораторного анализа. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Способы передачи информации от технической системы к человеку. Характеристики восприятия информации человеком. Анализаторы сигналов внешней и внутренней среды. Характеристики зрительного, слухового и тактильного анализаторов. Эффекторные подсистемы передачи принимаемых человеком решений. Сенсомоторные реакции. Моторные действия и речь как способы передачи команд.		Экзамен, вопросы 11-13
ПК.9/ПТ способность разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения	31. знать влияние конструкции на производительность и экономичность производства биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Биотехническая система "искусственное сердце- легкие" Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Структурная схема БТС эргатического типа, метод поэтапного моделирования. Свойство суперадаптивности БТС. Согласование управленческих характеристик человека- оператора и управляемой им системы (объекта). Информационное согласование биологических и технических объектов БТС. Принципы адекватности и единства информационной среды. Методы повышения надежности работы человека- оператора. Информационная обратная связь. Структурная схема тренажерно- моделирующего комплекса. Роль отдельных подсистем: имитации внешней среды, имитационная модель управляемого объекта (процесса), подсистемы оценки деятельности, результатов деятельности и психофизиологического состояния оператора. Тренажерно-моделирующие комплексы в системах профессионального отбора и		Экзамен, вопросы 6- 12

		обучения. Тестовые методы для исследования состояния человека. Формирование психодиагностических тестов. Структура психодиагностического комплекса.		
ПК.9/ПТ	з3. знание технологии изготовления высокоточных механических, электромеханических и электронных деталей и сборочных единиц биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения	Биотехническая система "искусственное сердце-легкие" Измерительно-вычислительные системы медицинского назначения, мониторинговые и скрининг системы, системы лечебно-терапевтического назначения. Биотехнические системы для физкультурно-оздоровительных комплексов, приборы и комплексы для лабораторного анализа. Психодиагностический комплекс. Система игровой биологической обратной связи. Структурная схема БТС эргатического типа, метод поэтапного моделирования. Свойство суперадаптивности БТС. Согласование управленческих характеристик человека-оператора и управляемой им системы (объекта). Информационное согласование биологических и технических объектов БТС. Принципы адекватности и единства информационной среды. Методы повышения надежности работы человека-оператора. Информационная обратная связь. Структурная схема тренажерно-моделирующего комплекса. Роль отдельных подсистем: имитации внешней среды, имитационная модель управляемого объекта (процесса), подсистемы оценки деятельности, результатов деятельности и психофизиологического состояния оператора. Тренажерно-моделирующие комплексы в системах профессионального отбора и обучения. Тестовые методы для исследования состояния человека. Формирование психодиагностических тестов. Структура психодиагностического комплекса.		Экзамен, вопросы 10-20

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена,

который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.4/НИ, ОПК.1/НИ, ПК.1/НИ, ПК.11/ПТ, ПК.13/ОУ, ПК.14/ОУ, ПК.3/НИ, ПК.6/ПК, ПК.8/ПТ, ПК.9/ПТ.

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-20 (список вопросов приведен в паспорте экзамена). Вопросы в общий перечень включаются на основании материала лекционных и практических занятий.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины:

1. Посещение лекций – 10 баллов.
2. Выполнение лабораторных работ – 20 баллов.
3. Расчетно-графическое задание – 20 баллов.
4. Экзамен – 40 баллов.
5. Подготовка к занятиям – 10 баллов.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.4/НИ, ОПК.1/НИ, ПК.1/НИ, ПК.11/ПТ, ПК.13/ОУ, ПК.14/ОУ, ПК.3/НИ, ПК.6/ПК, ПК.8/ПТ, ПК.9/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с

освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория биотехнических систем», 1 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-20 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Теория биотехнических систем»

1. Функциональные системы организма.
2. Системы биологической обратной связи.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *0-49 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *50-73 баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *74-86 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет *87-100 баллов*.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Посещение лекций – 10 баллов.
2. Выполнение лабораторных работ – 20 баллов.
3. Расчетно-графическое задание – 20 баллов.
4. Экзамен – 40 баллов.
5. Подготовка к занятиям – 10 баллов.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория биотехнических систем»

1. Понятие биотехнических систем.
2. Классификация биотехнических систем.
3. Компоненты биотехнических систем.
4. Биотехнические системы медицинского назначения: мониторинговые системы.
5. Биотехнические системы медицинского назначения: лечебно-терапевтические системы.
6. Биотехнические системы медицинского назначения: скрининг-системы.
7. Функциональные системы организма.
8. Бионические аспекты биотехнических систем.
9. Эргатические аспекты биотехнических систем.
10. Характеристики восприятия информации человеком.
11. Взаимодействие анализаторов человека.
12. Системы биологической обратной связи.
13. Игровые системы биоуправления.
14. Структуры биотехнических систем с биологической обратной связью.
15. Входные параметры систем с биологической обратной связью.
16. Выходные параметры систем с биологической обратной связью.
17. Компоненты программ систем с биологической обратной связью.

18. Система искусственного кровообращения.
19. Система искусственной почки.
20. Кардиостимуляторы.

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Теория биотехнических систем», 1 семестр

1. Методика оценки

Расчетно-графическое задание выполняется в виде реферата на основе обзоров по различным классам биотехнических систем (по индивидуальному заданию).

Используется единая схема: исследуемый класс системы и ее принцип действия, особенности технической реализации, структура системы, погрешности измерения и требования к безопасности. Приводится ретроспектива аппаратуры в историческом аспекте, приводятся тенденции развития.

2. Критерии оценки

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если основные разделы РГЗ(Р) выполнены формально. Оценка составляет 1-7 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если выполнены все оговоренные требования, но присутствуют ошибки в описании или его объем недостаточен. Оценка составляет 8-14 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если соблюдены все требования, а исследование и описание проведено подробно и тщательно. Оценка составляет 15-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины:

1. Посещение лекций – 10 баллов.
2. Выполнение лабораторных работ – 20 баллов.
3. Расчетно-графическое задание – 20 баллов.
4. Экзамен – 40 баллов.
5. Подготовка к занятиям – 10 баллов.