

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

подпись

« 26 »

2016г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.02.01 Управление в биотехнических системах
(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки/специальность

12.03.04 Биотехнические системы и технологии

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /

специализация Инженерное дело в медико-биологической практике

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

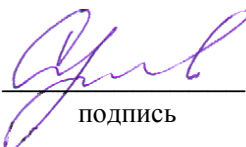
Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2016

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (Направленность Инженерное дело в медико-биологической практике)

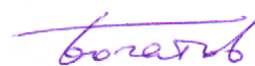
Программу составил:
Супрунов В.В. доцент



подпись

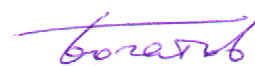
Рабочая программа дисциплины
обсуждена и утверждена на заседании кафедры
физики и информационных систем
Протокол № 17 от 23 мая 2016 г.

Зав. кафедрой физики и информационных систем,
д.ф.-м.н., профессор Н.М. Богатов



Рабочая программа дисциплины утверждена
учебно-методической комиссией
физико-технического факультета КубГУ
Протокол № 5 от 23 мая 2016 г.

Председатель УМК ФТФ КубГУ, зав. кафедрой физики
и информационных систем,
д.ф.-м.н., профессор Н.М. Богатов



Рецензенты:

Шапошникова Т. Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л. Р., генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Преподавание дисциплины «Управление в биотехнических системах» предусматривает подготовку студентов в области методов теории автоматического регулирования, особенностей биоуправления в живом организме, принципов автоматизации процессов управления. Учебная дисциплина призвана дать студентам необходимые знания и научить их использовать эти знания при разработке сложных биотехнических систем и решении задач управления в автоматизированных системах медицинского назначения.

1.2 Задачи дисциплины.

Учебная дисциплина призвана дать студентам необходимые знания и научить их использовать научных исследованиях, а также изучать способы и результаты управления в биотехнических системах. Основной задачей дисциплины является изучение принципов, характеристик, параметров и особенностей основных биотехнических систем. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие использовать их при разработке сложных биотехнических систем и решении задач управления в автоматизированных системах медицинского назначения.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Управление в биотехнических системах» по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (квалификация (степень) "бакалавр") относится к учебному циклу Б1.В.ДВ.02.01 дисциплин базовой части.

В результате изучения дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения ряда последующих дисциплин: «Физики», «Биофизики», «Медицинской техники».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-2	готовность к участию в проведении медико-биологических, экологических и научно-технических исследований с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов	Строение и функции основных морфофизиологических систем организма Физиологические механизмы регуляции функций организма Основные морфофизиологические системы организма Основы теории автоматического управления	Применять современные методы и средства определения параметров организма Представлять любой биологический объект в виде комплекса функциональных динамических звеньев Применять принципы исследования составленной Математической модели системы Идентифицировать полученные результаты исследованной Математической модели с реальными биологическими системами	Методикой определения, степень воздействия на организм возмущающих воздействий Принципами математического описания как отдельных динамических звеньев так и для всего биологического объекта Одной из программ математического моделирования системы

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5			
Контактная работа, в том числе:		76,2	76,2			
Аудиторные занятия (всего):		72	72			
Занятия лекционного типа		36	36			
Лабораторные занятия		36	36			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)						
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		32	32			
Проработка учебного (теоретического) материала		16	16			
Подготовка к текущему контролю		16	16			
Общая трудоемкость	час.	108	108			
	в том числе контактная работа	76	76			
	зач. ед	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Объект управления	6	2		2	2
2.	Постановка задачи анализа и синтеза	6	2		2	2
3.	Модели систем управления	6	2		2	2
4.	Статический режим линейных систем	6	2		2	2
5.	Понятие о качестве переходных процессов	6	2		2	2
6.	Задача оптимального управления	6	2		2	2
7.	Нестационарные системы управления	6	2		2	2
8.	Классификация дискретных систем	6	2		2	2
9.	Методы исследования импульсных систем	6	2		2	2
10.	Прохождение случайного сигнала	6	2		2	2
11.	Математические модели и их преимущества	6	2		2	2
12.	Постановка задачи идентификации	5	2		2	1
13.	Понятие об управляемости	6	2		2	2
14.	Процесс управления и АСУ	6	2		2	2
15.	Основная задача линейного программирования	6	2		2	2
16.	Задачи динамического программирования	7	2		2	3
17.	Уравнение динамического программирования.	4	2		2	

18.	Основные понятия теории игр	4	2		2	
	<i>Итого по дисциплине:</i>	104	36	0	36	32

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Объект управления	Примеры объектов управления в биологии и медицине. Функциональная схема системы управления и ее составные элементы. Классификация систем управления. Технические и биологические системы управления. Автоматическое управление в биотехнических системах.	<i>P</i>
2.	Постановка задачи анализа и синтеза	Разбиение системы на звенья. Уравнения звеньев системы. Линеаризация. Переходные и частотные характеристики звеньев. Типовые звенья систем автоматического управления. Многосвязные и многомерные системы. Многоуровневые иерархические системы управления.	
3.	Модели систем управления	Формы представления моделей. Описание систем автоматического управления с использованием дифференциальных уравнений. Запись дифференциальных уравнений вида вход-выход. Запись в нормальной форме Коши. Методы пространства состояний. Преобразование дифференциальных уравнений к нормальной форме; преобразование Лапласа.	<i>T</i>
4.	Статический режим линейных систем	Динамические и стационарные режимы. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях. Понятие об устойчивости. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста. Области устойчивости систем автоматического управления. Устойчивость биосистем.	
5.	Понятие о качестве переходных процессов	Частотные, корневые критерии качества переходных процессов. Степень устойчивости и степень колебательности, определение их	<i>P</i>

		значений через параметры системы. Интегральные критерии качества переходных процессов. Переходные процессы в биосистемах. Инвариантность и чувствительность систем управления.	
6.	Задача оптимального управления	Критерии качества управления. Выбор критериев качества при управлении биологическим объектом. Пример определения критерия качества при оценке функционального состояния человека. Методы нахождения экстремумов функционалов. Примеры реализации алгоритмов оптимального управления.	<i>T</i>
7.	Нестационарные системы управления	Виды нестационарностей. Математические модели нестационарных систем управления.	
8.	Классификация дискретных систем	Особенности динамики и методы исследования линейных систем автоматического управления. Использование релейного регулятора в системе стабилизации артериального давления.	<i>P</i>
9.	Методы исследования импульсных систем	Сведение импульсной системы автоматического управления к системе непрерывного действия. Методы исследования импульсных систем автоматического управления. Математическое описание и методики исследования цифровых систем автоматического управления. Коррекция цифровых систем.	
10.	Прохождение случайного сигнала	Прохождение случайного сигнала через линейную систему управления. Точность систем автоматического управления при стационарных случайных воздействиях.	<i>P</i>
11.	Математические модели и их преимущества	Свойства биосистем: многомерность, динамичность, стохастичность, нестационарность, нелинейность. Определение адекватного математического аппарата для описания биосистем. Относительная организация биосистем. Методы создания моделей: теоретический и эмпирический подходы. Системы и уровни управления живых организмов.	
12.	Постановка задачи идентификации	Задачи идентификации в широком и узком смысле. Классификация методов идентификации. Простейшие методы идентификации при активных воздействиях:	<i>T</i>

		гармонических, аperiodических и случайных. Пример оценки параметров эмпирической модели фармакокинетики по импульсной характеристике	
13.	Понятие об управляемости	Процедура оценки параметров биологического объекта методом наименьших квадратов. Другие виды оценок: байесовские оценки, оценки метода максимального правдоподобия, оценки обобщенного метода наименьших квадратов.	
14.	Процесс управления и АСУ	Типы АСУ с разной глубиной автоматизации. Автоматизация процесса принятия решений. Классификация АСУ. Информационное, математическое и техническое обеспечение АСУ. Принципы построения и задачи АСУ "Здравоохранение". Задача сбора и обработки данных о лечебной деятельности больничных стационаров.	<i>T</i>
15.	Основная задача линейного программирования	Ее геометрическая интерпретация. Переход от задачи линейного программирования с ограничениями-неравенствами к основной задаче и обратно. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.	
16.	Задачи динамического программирования	Управление многошаговым процессом. Шаговое управление. Принцип оптимальности. Общая постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве.	
17.	Уравнение динамического программирования	Методы решения задач динамического программирования. Вероятностное программирование. Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования.	
18.	Основные понятия теории игр	Основные понятия теории игр. Конфликтная ситуация. Оптимальная стратегия. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса. Элементы теории статистических решений. Критерии принятия решения в условиях неопределенности.	<i>T</i>

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Имитационное моделирование состояния рефлекторной дуги человека.	Отчет по л.р.
2.	Моделирование речевого сигнала	Отчет по л.р.
3.	Основные свойства слуха	Отчет по л.р.
4.	Общие принципы построения математических моделей и выбор класса моделей. Модели сложного объекта управления.	Отчет по л.р.
5.	MvStudium – инструмент для исследования сложных динамических систем.	Отчет по л.р.
6.	Объектно-ориентированные языки программирования.	Отчет по л.р.
7.	Управление в биологических и медицинских системах. Основные понятия теории автоматического управления.	Отчет по л.р.
8.	Возможности компьютерного эксперимента в среде MVS.	Отчет по л.р.
9.	Моделирование движения объекта в среде MVS.	Отчет по л.р.
10.	Исследование процесса сближения двух объектов.	Отчет по л.р.
11.	Терминология .Стандартный человек. Масштабирование.	Отчет по л.р.
12.	Статика тела.	Отчет по л.р.
13.	Кинематика и мускулатура.	Отчет по л.р.
14.	Механические свойства тела	Отчет по л.р.
15.	Сохранение энергии и тепловые потоки	Отчет по л.р.
16.	Использование молекул АТФ	Отчет по л.р.
17.	Воздействие электромагнитных полей	Отчет по л.р.
18.	Воздействие переменных электрических полей	Отчет по л.р.

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

3. Образовательные технологии.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Перечень вопросов для проведения текущего контроля.

Задание № 1

- 1.Опишите системы автоматического управления с использованием дифференциальных уравнений.
- 2.Что такое сложная система.
- 3.Запишите дифференциальные уравнения вида вход-выход.
- 4.Расскажите о методах пространства состояний.
- 5.Простая система.
- 6.Где используются цепи Маркова для описания систем автоматического управления?
- 7.Какие системы называются динамическими?
8. Дайте определение линейной и нелинейной системы.
9. Самоорганизующиеся и развивающиеся системы.
- 10.Системность, как общее свойство материи.
- 11.Экологическая система.
- 12.Физическая система.
13. Биологическая система. Социальная система.
- 14.Искусственная система.
15. Биологическая система.
16. Понятие модели.
17. Что такое моделирование.
18. Модели в биологии.
19. Физические модели.
20. Физическое моделирование.
21. Имитационное моделирование.
22. Принципы математического моделирования в биомедицине и экологии.

Задание № 2

1. Приведите примеры определения критерия качества при оценке функционального состояния человека.
2. Какие Вы знаете методы нахождения экстремумов функционалов. Приведите примеры реализации алгоритмов оптимального управления.
3. Какие Вы знаете особенности динамики импульсных систем автоматического управления?
4. Как свести импульсную систему автоматического управления к системе непрерывного действия?
- 5.Опишите методы исследования импульсных систем автоматического управления.

6. Основные принципы математического моделирования биообъектов.
7. Моделирование физиологических систем с учетом многопараметрических динамических изменений в состоянии патологии.
8. Методы решения задач на собственные значения в норме и патологии.
9. Приближенный метод задач Штурма-Лиувилля.
11. Имитационное моделирование.
12. Имитация случайных процессов и случайных величин.
13. Принципы построения имитационных моделей.
14. Принципы особых состояний.
15. Аналитический метод при построении моделей.
16. Имитация случайного события.
17. Имитация случайных процессов.
18. Имитация нестационарных случайных процессов.
19. Имитация стационарных нормальных СП.
- Оценка вероятности.
20. Гистограммы.
21. Оценка математического ожидания.
22. Оценка дисперсии.
23. Оценка характеристик случайного процесса.

Темы рефератов

1. Математические модели и их преимущества
2. Коррекция цифровых систем.
3. Методы исследования импульсных систем.
4. Методы создания моделей.
5. Типы АСУ с разной глубиной автоматизации.
6. Имитация случайных процессов и случайных величин.
7. Имитация случайного события.
8. Понятие модели.
9. Системность, как общее свойство материи.
10. Самоорганизующиеся и развивающиеся системы.
11. Имитационное моделирование.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1.	Коллоквиум
2	Раздел 3.	Реферат
3	Раздел 4.	Доклад, сообщение
4	Раздел 6.	Собеседование
5	Раздел 8.	Доклад, сообщение
6	Раздел 9.	
7	Раздел 10.	Рабочая тетрадь
8	Раздел 12.	Рабочая тетрадь
9	Раздел 14.	Доклад, сообщение
10	Раздел 15.	Коллоквиум
11	Раздел 17.	Тест

Вопросы к зачету по «Управление в биотехнических системах»

- 1.Классификация систем управления.
- 2.Технические и биологические системы управления.
- 3.Автоматическое управление в биотехнических системах.
4. Математические модели систем управления. Формы представления моделей.
- 5.Описание систем автоматического управления с использованием дифференциальных уравнений.
6. Какие системы называются динамическими?
7. Линейная и нелинейная системы.
8. Самоорганизующиеся и развивающиеся системы.
9. Приближенный метод задач Штурма-Лиувилля.
- 10.Системность, как общее свойство материи.
- 11.Экологическая система.
- 12.Физическая система.
13. Биологическая система. Социальная система.
- 14.Искусственная система.
15. Биологическая система.
16. Понятие модели.

17. Что такое моделирование.
18. Модели в биологии.
19. Физические модели.
20. Физическое моделирование.
21. Имитационное моделирование.
22. Принципы математического моделирования в биомедицине и экологии.
23. Математические модели и их преимущества.
24. Свойства биосистем: многомерность, динамичность, стохастичность, нестационарность, нелинейность.
25. Относительная организация биосистем.
26. Методы создания моделей: теоретический и эмпирический подходы.
Системы и уровни управления живых организмов.
27. Укрупненная блок-схема модели внутренней сферы организма человека.
28. Примеры моделей локальных биологических систем управления: модель гемодинамики, модель фармакокинетики, модель системы терморегуляции, моделирование поведенческих реакций.
29. Технические средства и методы моделирования: использование ЭВМ.
30. Простейшие методы идентификации при активных воздействиях:
гармонических, апериодических и случайных.
31. Пример оценки параметров эмпирической модели фармакокинетики по импульсной характеристике.
32. Имитационное моделирование.
33. Процесс управления и АСУ. Типы АСУ с разной глубиной автоматизации.
34. Автоматизация процесса принятия решений.
35. Классификация АСУ. Информационное, математическое и техническое обеспечение АСУ.
36. Основная задача линейного программирования. Ее геометрическая интерпретация.
37. Задачи динамического программирования как процесса управления.
38. Шаговое управление. Принцип оптимальности.
39. Общая постановка задачи динамического программирования.
40. Интерпретация управления в фазовом пространстве.
41. Основное функциональное уравнение динамического программирования.
42. Вероятностное программирование.
43. Динамическое планирование оптимальной лекарственной терапии методом динамического программирования.
44. Управление состоянием организма в биотехнических системах на
45. Основе динамического программирования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1 Основная литература:

1. Устюжанин, Валерий Александрович, Яковлева, Ирина Владимировна
Моделирование биотехнических систем: учебное пособие для студентов вузов /В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева -Старый Оскол: ТНТ, 2014 .
2. Кореневский, Николай Алексеевич, Устинов, Александр Георгиевич, Юлдашев, Зафар Мухамедович Моделирование рефлекторной системы человека: учебное пособие для студентов вузов /Н. А. Кореневский, А. Г. Устинов, З. М. Юлдашев – Старый Оскол: ТНТ, 2014.
3. Яковлева, Ирина Владимировна Безопасность медицинской техники: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Биотехнические системы и технологии" /И. В. Яковлева -Старый оскол: ТНТ, 2013
4. Березин, Сергей Яковлевич Основы кибернетики и управление в биологических и медицинских системах: учебное пособие для студентов вузов /С. Я. Березин - Старый Оскол: ТНТ, 2013

5.2 Дополнительная литература:

1. Гудвин, Грэм К., Греббе, С. Ф., Сальгадо, М. Э. Проектирование систем управления: [пособие] /Г. К. Гудвин, С. Ф. Греббе, М. Э. Сальгадо ; пер. с англ. А. М. Епанешникова -М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010
2. Кореневский, Николай Алексеевич, Попечителей, Евгений Парфирович
Биотехнические системы медицинского назначения: учебник для студентов вузов /Н. А. Кореневский, Е. П. Попечителей -Старый Оскол: ТНТ, 2012
3. Биофизика: учебно-методическое пособие /М. Г. Барышев, Г. Ф. Копытов, С. С. Джимаков, Д. И. Шашков, Н. С. Акинцов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. унт -Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2012
4. Плутахин, Геннадий Андреевич, Кощаев, А. Г. Биофизика: учебное пособие для студентов вузов /Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев ; М-во сельского хозяйства Рос. Федерации ; ФГОУ ВПО "Кубан. гос. аграрный ун-т" -Краснодар: ФГОУ ВПО "Кубанский ГАУ", 2010

5. Корневский, Николай Алексеевич Введение в направление подготовки "Биотехнические системы и технологии": учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 201000 "Биотехнические системы и технологии" /Н. А. Корневский -Старый Оскол: ТНТ, 2013
6. Корневский, Николай Алексеевич, Попечителей, Евгений Парфирович Узлы и Элементы биотехнических систем: учебник для студентов вузов /Н. А. Корневский, Е. П. Попечителей -Старый Оскол: ТНТ, 2013
7. Попечителей, Евгений Парфирович Технические методы диагностики биоматериалов: учебное пособие для студентов вузов /Е. П. Попечителей -Старый Оскол: ТНТ, 2014
8. Попечителей, Евгений Парфирович Системный анализ медико-биологических исследований: учебное пособие для студентов вузов /Е. П. Попечителей – Старый Оскол: ТНТ, 2014
9. Биофизика для инженеров: [учебное пособие : в 2 т.] Т. 1 Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика/Е. В. Бигдай и др. ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова -М.: Горячая линия-Телеком, 2008
10. Попов, Григорий Иванович Биомеханика: учебник для студентов вузов /Г. И. Попов 3- е изд., стер. -М.: Академия, 2008

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

На первом **лекционном занятии** необходимо в целом охарактеризовать содержание учебной дисциплины, рассказать о видах учебных занятий, о требованиях к уровню освоения программы, сообщить о сроках и формах текущего и итогового контроля. С целью экономии аудиторного времени и стимулирования самостоятельной работы бакалавров целесообразно ряд лекционных вопросов вынести на самостоятельное изучение. Лекционный курс следует завершить обзорной систематизирующей лекцией.

По материалам лекционного курса необходимо проводить межсессионную аттестацию для того, чтобы бакалавры могли заранее (за 1–2 месяца до экзамена) сравнить уровень имеющихся у них теоретические знания и уровень требований к освоению дисциплины.

На **лабораторных занятиях** необходимо разъяснять примеры решения типичных и сложных задач, требующих составления физической модели и применения математического аппарата вузовского уровня. Задачи среднего уровня сложности студенты могут решать в качестве домашних заданий. С целью активизации

самостоятельной работы рекомендуется бакалаврам на каждом семинарском занятии (или через одно занятие) проводить короткие контрольные работы, предлагая решить 2–5 простых тестовых задач. Задачи среднего уровня сложности выдаются бакалаврам для самостоятельной домашней работы либо на каждом семинарском занятии, либо на весь семестр одним блоком задач.

На **лабораторных занятиях** рекомендуется оценивать отчёт по лабораторной работе не в системе «зачтено – незачтено», а с выставлением оценки, отражающей своевременность сдачи отчета по работе, качество оформления экспериментальных результатов, точность измерений, расчёт погрешности, правильность и полноту ответов на вопросы преподавателя.

Для успешного освоения дисциплины при **самостоятельной работе** студент должен иметь:

- 1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;
- 2) учебник (учебное пособие) и сборник задач в соответствии со списком литературы;
- 3) тетради для лабораторных работ (требования по выполнению и оформлению лабораторных работ имеются в лаборатории общей физики).

Бакалавру необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала, освоению типовых приемов решения задач по физике и приобретению навыков экспериментальной работы.

Успешность освоения бакалавром учебной дисциплины отражается в его **рейтинге** – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам выполнения домашних работ и творческих заданий, тестирования, устных опросов, межсессионной аттестации, защит лабораторных работ и активности на семинарских занятиях.

График самостоятельной работы студента приведен в Приложении 1

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows или Linux.
2. Компьютерная программа MICROSOFT OFFICE WORD 2007
3. Программы онлайн-контроля знаний студентов.
4. ПО для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
5. Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.
6. Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация Профиля предполагает наличие необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

– лекционная аудитория,– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами, маркерными досками для демонстрации учебного материала (аудитория 201С)
2.	Лабораторные занятия	Кабинет, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 132С)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Кабинет, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 204С, 213С)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 204С, 213С)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 204С, 213С)