

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 12.07.2024 11:20:02  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:



Руководитель ООП

Б.Б.Педько

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины

**Схемотехника измерительной аппаратуры**

Закреплена за кафедрой:	<b>Общей физики</b>
Направление подготовки:	<b>03.03.03 Радиофизика</b>
Направленность (профиль):	<b>Материалы и устройства радиоэлектроники (беспилотные системы, программно-аппаратные)</b>
Квалификация:	<b>Бакалавр</b>
Форма обучения:	<b>очная</b>
Семестр:	<b>5</b>

Программу составил(и):  
*канд. физ.-мат. наук, доц., Макаров В.В.*

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

освоение принципов измерения электрических величин, способов представления информации (аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи), обработки полученных результатов (аналоговая и цифровая фильтрация), а также необходимых сопутствующих блоков современных измерительных устройств (генераторов и импульсных источников питания).

### Задачи:

Основная задача данного курса – передача студенту необходимого объема знаний в области схемотехнического проектирования разнообразных измерительных устройств. В результате изучения данного предмета студенты получают сведения, формирующие у них систему знаний о принципах работы фильтров, генераторов, импульсных источников питания, цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей, основах цифровой обработки результатов измерения (фильтрация, преобразование Фурье).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина предусматривает наличие у студента знаний о принципах работы дискретных и интегральных полупроводниковых приборов (диоды, стабилитроны, транзисторы (биполярные, полевые), операционные усилители).

Математический анализ

Дифференциальные уравнения

Теория вероятностей и математическая статистика

Электричество и магнетизм

Физический практикум по электричеству и магнетизму

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Дисциплина изучается в 5 семестре и ее главной задачей является создание фундаментальной базы знаний в области схемотехнического проектирования и анализа существующих аналоговых и цифровых устройств.

Статистическая радиофизика

Основы аналоговой электроники

Технологическая практика

Преобразователи физических величин

Научно-исследовательская работа

Физические основы измерительных технологий

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	68
самостоятельная работа	40

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-4.2: Применяет методы анализа научно-технической информации

ПК-4.3: Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

УК-1.3: Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

### 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	5

### 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

### 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение. Задачи курса. 1. Проектирование активные фильтры. Передаточные функции фильтров. Фильтр Бесселя, Чебышева, Баттерворта. Активные фильтры первого порядка. ФНЧ 2-ого порядка по схеме Саллена-Кея.					
1.1	Проектирование активные фильтры. Передаточные функции фильтров. Фильтр Бесселя, Чебышева, Баттерворта. Активные фильтры первого порядка. ФНЧ 2-ого порядка по схеме Саллена-Кея	Лек	5	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5	
1.2	1. Проектирование активные фильтры. Передаточные функции фильтров. Фильтр Бесселя, Чебышева, Баттерворта. Активные фильтры первого порядка. ФНЧ 2-ого порядка по схеме Саллена-Кея.	Лаб	5	3		
1.3	1. Проектирование активные фильтры. Передаточные функции фильтров. Фильтр Бесселя, Чебышева, Баттерворта. Активные фильтры первого порядка. ФНЧ 2-ого порядка по схеме Саллена-Кея.	Ср	5	2		

	<p>Раздел 2. 2. Активные фильтры второго порядка нижних частот. Активные фильтры второго порядка верхних частот.</p> <p>ФНЧ 2-ого порядка с многопетлевой обратной связью.</p> <p>ФНЧ 2-ого порядка гираторного типа.</p> <p>ФНЧ с нулевым смещением</p>					
2.1	<p>2. Активные фильтры второго порядка нижних частот. Активные фильтры второго порядка верхних частот. ФНЧ 2-ого порядка с многопетлевой обратной связью. ФНЧ 2-ого порядка гираторного типа. ФНЧ с нулевым смещением</p>	Лек	5	2		
2.2	<p>2. Активные фильтры второго порядка нижних частот. Активные фильтры второго порядка верхних частот. ФНЧ 2-ого порядка с многопетлевой обратной связью. ФНЧ 2-ого порядка гираторного типа. ФНЧ с нулевым смещением</p>	Лаб	5	8		
2.3	<p>2. Активные фильтры второго порядка нижних частот. Активные фильтры второго порядка верхних частот. ФНЧ 2-ого порядка с многопетлевой обратной связью. ФНЧ 2-ого порядка гираторного типа. ФНЧ с нулевым смещением</p>	Ср	5	2		
	<p>Раздел 3. 3. Активные полосовые фильтры второго порядка. Активные полосно-подавляющие фильтры.</p> <p>Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью.</p> <p>Полосовой фильтр гираторного типа.</p> <p>Полосно-подавляющий фильтр с многопетлевой обратной связью.</p> <p>Режекторный фильтр с двойным Т-мостом.</p>					

3.1	3. Активные полосовые фильтры второго порядка. Активные полосно-подавляющие фильтры. Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью. Полосовой фильтр гираторного типа. Полосно-подавляющий фильтр с многопетлевой обратной связью. Режекторный фильтр с двойным Т-мостом	Лек	5	3		
3.2	3. Активные полосовые фильтры второго порядка. Активные полосно-подавляющие фильтры. Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью. Полосовой фильтр гираторного типа. Полосно-подавляющий фильтр с многопетлевой обратной связью. Режекторный фильтр с двойным Т-мостом	Лаб	5	8		
3.3	3. Активные полосовые фильтры второго порядка. Активные полосно-подавляющие фильтры. Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью. Полосовой фильтр гираторного типа. Полосно-подавляющий фильтр с многопетлевой обратной связью. Режекторный фильтр с двойным Т-мостом	Ср	5	4		
	Раздел 4. 4. Фазовые фильтры и фильтры с переменными параметрами. Фильтр с переменной структурой (Универсальный фильтр).					
4.1	4. Фазовые фильтры и фильтры с переменными параметрами. Фильтр с переменной структурой (Универсальный фильтр).	Лек	5	2		
4.2	4. Фазовые фильтры и фильтры с переменными параметрами. Фильтр с переменной структурой (Универсальный фильтр).	Лаб	5	6		

4.3	4. Фазовые фильтры и фильтры с переменными параметрами. Фильтр с переменной структурой (Универсальный фильтр).	Ср	5	4		
	Раздел 5. 5. Фильтры на переключаемых конденсаторах.					
5.1	5. Фильтры на переключаемых конденсаторах.	Лек	5	2		
5.2	5. Фильтры на переключаемых конденсаторах.	Ср	5	2		
	Раздел 6. 6. Генераторы сигналов. Релаксационные генераторы. Таймер 555.					
6.1	6. Генераторы сигналов. Релаксационные генераторы. Таймер 555	Лек	5	2		
6.2	6. Генераторы сигналов. Релаксационные генераторы. Таймер 555	Ср	5	2		
	Раздел 7. 7. Генераторы синусоидального напряжения. Мост Вина и проблемы стабилизации коэффициента усиления. LC генераторы. Схема Колпитца (емкостная трехточка) и схема Хартли (индуктивная трехточка). Мостовые генераторы Вина. Изучение LC – генераторов.					
7.1	7. Генераторы синусоидального напряжения. Мост Вина и проблемы стабилизации коэффициента усиления. LC генераторы. Схема Колпитца (емкостная трехточка) и схема Хартли (индуктивная трехточка). Мостовые генераторы Вина. Изучение LC – генераторов.	Лек	5	3		
7.2	7. Генераторы синусоидального напряжения. Мост Вина и проблемы стабилизации коэффициента усиления. LC генераторы. Схема Колпитца (емкостная трехточка) и схема Хартли (индуктивная трехточка). Мостовые генераторы Вина. Изучение LC – генераторов.	Лаб	5	4		

7.3	7. Генераторы синусоидального напряжения. Мост Вина и проблемы стабилизации коэффициента усиления. LC генераторы. Схема Колпитца (емкостная трехточка) и схема Хартли (индуктивная трехточка). Мостовые генераторы Вина. Изучение LC – генераторов.	Ср	5	4		
	Раздел 8. 8. Генераторы с кварцевым резонатором. Температурная и временная стабильность.					
8.1	8. Генераторы с кварцевым резонатором. Температурная и временная стабильность	Лек	5	2		
8.2	8. Генераторы с кварцевым резонатором. Температурная и временная стабильность	Ср	5	2		
	Раздел 9. 9. Импульсные источники питания. Источник питания с понижением напряжения. Источник питания с повышением напряжения. Источник питания, инвертирующий знак напряжения. Импульсные источники питания с гальванической развязкой. Импульсные источники с питанием от сети. Электрическая «помпа». Изучение работы импульсного источника питания. Зарядная помпа.					
9.1		Лек	5	2		
9.2	9. Импульсные источники питания. Источник питания с понижением напряжения. Источник питания с повышением напряжения. Источник питания, инвертирующий знак напряжения. Импульсные источники питания с гальванической развязкой. Импульсные источники с питанием от сети. Электрическая «помпа». Изучение работы импульсного источника питания. Зарядная помпа.	Лаб	5	5		

9.3	9. Импульсные источники питания. Источник питания с понижением напряжения. Источник питания с повышением напряжения. Источник питания, инвертирующий знак напряжения. Импульсные источники питания с гальванической развязкой. Импульсные источники с питанием от сети. Электрическая «помпа». Изучение работы импульсного источника питания. Зарядная помпа.	Ср	5	4		
	Раздел 10. 10. Дискретные системы. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Погрешности преобразования. Двоичные коды. Принципы дискретизации сигнала. Частота дискретизации. Теорема Найквиста.					
10.1	10. Дискретные системы. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Погрешности преобразования. Двоичные коды. Принципы дискретизации сигнала. Частота дискретизации. Теорема Найквиста.	Лек	5	2		
	Раздел 11. 11. ЦАП мгновенного действия. Умножающие ЦАП. Интегрирующие ЦАП. Широтно-импульсная модуляция.					
11.1	11. ЦАП мгновенного действия. Умножающие ЦАП. Интегрирующие ЦАП. Широтно-импульсная модуляция.	Лек	5	2		
11.2	11. ЦАП мгновенного действия. Умножающие ЦАП. Интегрирующие ЦАП. Широтно-импульсная модуляция.	Ср	5	2		



	Раздел 12. 12. АЦП мгновенного действия (параллельное кодирование). АЦП полумгновенного действия. АЦП конвейерного типа. АЦП с динамической компенсацией и серво-АЦП.					
12.1	12. АЦП мгновенного действия (параллельное кодирование). АЦП полумгновенного действия. АЦП конвейерного типа. АЦП с динамической компенсацией и серво-АЦП	Лек	5	3		
12.2	12. АЦП мгновенного действия (параллельное кодирование). АЦП полумгновенного действия. АЦП конвейерного типа. АЦП с динамической компенсацией и серво-АЦП	Ср	5	4		
	Раздел 13. 13. Устройство выборки хранения. Время захвата. Апертурное время. Время установления. Проблемы диэлектрического поглощения. АЦП последовательных приближений.					
13.1	13. Устройство выборки хранения. Время захвата. Апертурное время. Время установления. Проблемы диэлектрического поглощения. АЦП последовательных приближений.	Лек	5	2		
13.2	13. Устройство выборки хранения. Время захвата. Апертурное время. Время установления. Проблемы диэлектрического поглощения. АЦП последовательных приближений.	Ср	5	2		
	Раздел 14. 14 Интегрирующие АЦП. Одностадийное интегрирование. Двухстадийное интегрирование. Автокомпенсация. Дельта-сигма АЦП. Преобразование напряжения в частоту					

14.1	14 Интегрирующие Одностадийное интегрирование. Двухстадийное интегрирование. Автокомпенсация. Дельта-сигма Преобразование напряжения в частоту	АЦП.	Лек	5	2		
14.2	14 Интегрирующие Одностадийное интегрирование. Двухстадийное интегрирование. Автокомпенсация. Дельта-сигма Преобразование напряжения в частоту	АЦП.	Ср	5	2		
	Раздел 15. 15. Цифровые фильтры. КИХ и БИХ фильтры. Реализация и проектирование фильтров. Быстрое преобразование Фурье.						
15.1	15. Цифровые фильтры. КИХ и БИХ фильтры. Реализация и проектирование фильтров. Быстрое преобразование Фурье		Лек	5	2		
15.2	15. Цифровые фильтры. КИХ и БИХ фильтры. Реализация и проектирование фильтров. Быстрое преобразование Фурье		Ср	5	4		

### Список образовательных технологий

1	Активное слушание
2	Информационные (цифровые) технологии
3	Технологии развития критического мышления
4	Проектная технология

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Задание: Рассчитать по требуемым характеристикам активного фильтра необходимые величины номиналов элементов в принципиальной схеме.

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы

Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы,

обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2 балла) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1 балл) Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0 баллов) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал

Задание: Описать принцип работы схем замещения импульсных источников питания.

Способ аттестации: Письменная работа или опрос

Критерии оценки:

Баллы

Критерии оценивания

Отлично(3 балла) Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно

Хорошо(2 балла) Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения

Удовлетворительно(1 балл) Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки

Неудовлетворительно(0 баллов) Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Программа зачета «Схемотехника измерительной аппаратуры»:

1. Понятие активного фильтра. Передаточная функция фильтра.
2. Фильтр Бесселя, Чебышева, Баттерворта.
3. Порядок фильтра.
4. Фильтр Салена-Кея низкой частоты.
5. Фильтр Салена-Кея высокой частоты.
6. Фильтр с многопетлевой обратной связью низкой частоты.
7. Фильтр с многопетлевой обратной связью высокой частоты.
8. Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью.
9. Фильтр низкой частоты с нулевым смещением.
10. Фильтр гираторного типа низкой частоты.
11. Фильтр гираторного типа высокой частоты.
12. Полосовой фильтр гираторного типа.
13. Фильтры с переменными параметрами.
14. Активные полосно-подавляющие фильтры.
15. Фазовые фильтры.
16. Фильтры на переключаемых конденсаторах.
17. Релаксационные генераторы.
18. Мостовой генератор Вина.
19. LC генераторы. Схема Колпитца (емкостная трехточка).

20. LC генераторы. Схема Хартли (индуктивная трехточка).
21. Генераторы с кварцевым резонатором.
22. Импульсный источник питания с понижением напряжения.
23. Импульсный источник питания с повышением напряжения.
24. Импульсный источник питания, инвертирующий знак напряжения.
25. Импульсный источник питания с гальванической развязкой.
26. Электрическая «помпа».
27. Дискретные системы.
28. Двоичные коды. Принципы дискретизации сигнала.
29. Частота дискретизации. Теорема Найквиста.
30. Погрешности преобразования.
31. ЦАП мгновенного действия.
32. Интегрирующие ЦАП.
33. Широтно-импульсная модуляция.
34. Умножающие ЦАП.
35. АЦП мгновенного действия (параллельное кодирование).
36. АЦП полумгновенного действия.
37. АЦП конвейерного типа.
38. АЦП с динамической компенсацией и серво-АЦП.
39. Устройство выборки хранения. Время захвата. Апертурное время. Время установления.
40. АЦП последовательных приближений.
41. Интегрирующие АЦП. Одностадийное интегрирование.
42. Интегрирующие АЦП. Двухстадийное интегрирование.
43. Дельта-сигма АЦП.
44. Преобразование напряжения в частоту.
45. Цифровые фильтры. КИХ фильтры.
46. Цифровые фильтры. БИХ фильтры.
47. Быстрое преобразование Фурье.

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

Форма проведения зачета: студенты, освоившие программу курса могут получить оценку по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положению о рейтинговой системе обучения ТвГУ» (протокол №8 от 30 апреля 2020 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.)

Изучение курса заканчивается зачетом.

На первый модуль отводится 30 баллов, которые распределяются следующим образом:

Контрольная – до 10 баллов;

Текущий контроль - до 20 баллов.

На второй модуль отводится 70 баллов, которые распределяются следующим образом:

Контрольная – до 10 баллов;

Текущий контроль - до 20 баллов.

Выполнение лабораторных работ – 30 баллов

2. Зачет проводится в день, определенный деканатом в рамках расписания учебного процесса.

3. Студенты, набравшие в течение семестра 40 баллов получают «зачет» без выполнения дополнительных заданий, выносимых на зачет.

4. На зачете предлагается ответить на вопросы по курсу

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Новожилов, Электроника и схемотехника в 2 ч. Часть 1, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-10366-3, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/542115">https://urait.ru/bcode/542115</a>
Л1.2	Трубочкина, Нанoeлектроника и схемотехника в 2 ч. Часть 2, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-9916-7737-0, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/537486">https://urait.ru/bcode/537486</a>
Л1.3	Миленина, Миленин, Электроника и схемотехника, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-06085-0, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/538843">https://urait.ru/bcode/538843</a>
Л1.4	Кузнецов, Куликова, Культиасов, Луин, Электротехника и электроника в 3 т. Том 3. Основы электроники и электрические измерения, Москва: Юрайт, 2023, ISBN: 978-5-9916-8414-9, URL: <a href="https://urait.ru/bcode/511661">https://urait.ru/bcode/511661</a>
Л1.5	Суханова Н. В., Основы электроники и цифровой схемотехники, Воронеж: ВГУИТ, 2017, ISBN: 978-5-00032-226-0, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106780">https://e.lanbook.com/book/106780</a>

#### 9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome
4	OpenOffice
5	Mozilla Firefox
6	Cadence SPB/OrCAD
7	MATLAB R2012b

#### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС IPRbooks
3	ЭБС ТвГУ
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС «ЮРАИТ»
6	ЭБС «ZNANIUM.COM»

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
---------	--------------

3-216	комплект учебной мебели, компьютеры, коммутаторы, проектор
3-215	комплект учебной мебели, компьютеры, генератор, измерительная станция, контролер, многофункциональная плата, мультиметр, осциллограф, программный

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Формы текущего контроля: проверка понимания ключевых понятий в форме письменного опроса, проверка конспектов лекций, краткий устный (выборочный) контроль.

- Указания по подготовке к занятиям лекционного типа:

Лекции по данной дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей.

- Указания по подготовке к лабораторным занятиям:

Перед выполнением любой лабораторной работы необходимо самостоятельно проработать теоретический материал, обработку и интерпретацию данных. После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы.

- Методические указания по выполнению самостоятельной работы:

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины. Самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов рекомендуется по основной, дополнительной и методической литературе, указанной в содержании рабочей программы.

Методические указания по подготовке и выполнению лабораторных работ представлены в описаниях лабораторных работ:

1. ФНЧ 2-ого порядка по схеме Саллена-Кея.
2. ФНЧ 2-ого порядка с многопетлевой обратной связью.
3. ФНЧ 2-ого порядка гираторного типа.
4. ФНЧ с нулевым смещением.
5. Полосовой фильтр с многопетлевой обратной связью.
6. Полосовой фильтр гираторного типа.
7. Фильтр с переменной структурой (Универсальный фильтр).
8. Полосно-подавляющий фильтр с многопетлевой обратной связью.
9. Режекторный фильтр с двойным Т-мостом.
10. Мостовые генераторы Вина.
11. Изучение LC - генераторов.
12. Изучение работы импульсного источника питания.
13. Зарядная помпа.
14. Источники тока на операционных усилителях.
15. Генератор треугольных колебаний.