

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления



А.В. Бурковский/

2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Планирование эксперимента»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электромеханика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Автор программы

Л.Н. Титова

**И.о. заведующего кафедрой
Электромеханических
систем и электроснабжения**

В.П. Шелякин

Руководитель ОПОП

А.В. Тикунов

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

освоение компетенций по основам планирования научного эксперимента и математической обработки результатов, которые позволят решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с построением математических моделей и отысканием оптимальных конструктивных и технических решений в исследовании, разработке и проектировании электрических машин

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение задач планирования и организации эксперимента;
- получение навыков анализа конструкции, планирования и проведения испытаний электрических машин
- изучение методов управления результатами научно-исследовательской деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Планирование эксперимента» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Планирование эксперимента» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы с использованием современных методов сбора и анализа данных и современных программно-аппаратных комплексов

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать - основные элементы научно-технического эксперимента; - приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов; - основные виды регрессионных экспериментов; • - основные виды планов 2-го порядка;
	Уметь проводить классификацию экспериментов; - выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида. - выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев;
	Владеть - навыками выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов; - навыками подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; - навыками оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента; - навыками построения планов 2-го порядка для экспериментов;

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Планирование эксперимента» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Математическая обработка результатов эксперимента	Основные понятия и принципы планирования эксперимента. Постановка целей и задач исследования. Определение объекта, предмета исследования и оценка точности измерений	6	6	12	24
2	Планирование эксперимента	Факторы и факторное пространство. Корреляционный и регрессионный анализ. Множественная корреляция	6	6	12	24
3	Построение математических моделей экспериментов	Разработка плана эксперимента. Выбор оптимального плана. Критерии оптимального плана. Виды параметров оптимизации и требования к ним. Обобщенный параметр оптимизации.	6	6	12	24
4	Планирование многофакторных экспериментов	Построение планов экспериментов и проверка их адекватности. Планы многофакторных экспериментов. Дробный факторный эксперимент. Проверка адекватности моделей	6	6	12	24
5	Задачи оптимизации при проведении экспериментов	Выбор вида зависимости и планирование эксперимента. Задачи оптимизации при проведении экспериментов	6	6	12	24
6	Использование активных экспериментов при изучении электрических машин	Особенности использования метода планирования эксперимента при исследовании электрических машин. Оценка воспроизводимости опытов. Проверка адекватности модели. Переход от метода планирования эксперимента к оптимизации электрических машин.	6	6	12	24
Итого			36	36	72	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать - основные элементы научно-технического эксперимента; - приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов; - основные виды регрессионных экспериментов; • - основные виды планов 2-го порядка;	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить классификацию экспериментов; - выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида. - выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев;	Решение стандартных практических задач,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - навыками выбора основных факторов эксперимента	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

	и построения факторных планов; - навыками подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; - навыками оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента; - навыками построения планов 2-го порядка для экспериментов;		рабочих программах	в рабочих программах
--	--	--	--------------------	----------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать - основные элементы научно-технического эксперимента; - приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов; - основные виды регрессионных экспериментов; • - основные виды планов 2-го порядка;	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь проводить классификацию экспериментов; - выбирать необходимые факторы и составлять факторные планы экспериментов различного вида. - выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев;	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - навыками выбора основных факторов	Решение прикладных задач в	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

эксперимента и построения факторных планов; - навыками подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных; - навыками оценки коэффициентов регрессионной модели эксперимента; - навыками построения планов 2-го порядка для экспериментов;	конкретной предметной области	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
---	-------------------------------	---------------------------------	--	-----------------------------	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Укажите правильный порядок этапов проведения инженерного эксперимента

1. Выдвижение гипотезы
2. Планирование эксперимента
3. Постановка опытов и получение данных
4. Проверка воспроизводимости эксперимента
5. Оценка адекватности и точности модели

2. Укажите верные утверждения относительно пассивного и активного эксперимента (укажите несколько правильных утверждений)

1. при пассивном эксперименте решается задача планирования эксперимента
при активном эксперименте решается задача планирования эксперимента
2. при пассивном эксперименте используют данные, которые были получены при работе объекта в обычных условиях
3. при активном эксперименте используют данные, которые были получены при работе объекта в обычных условиях
4. при активном эксперименте влияние неоднородности данных может привести к неадекватности модели
5. при пассивном эксперименте влияние неоднородности данных может привести к неадекватности модели

3. Адекватность статистической модели предполагает следующие положения... (укажите несколько правильных утверждений)

1. постоянство точности модели при разных значениях входных переменных
2. высокую точность модели
3. коэффициент детерминации должен быть близок к единице
4. дисперсия адекватности модели должна соответствовать дисперсии воспроизводимости плана
5. достоверность модели

4. Количество точек в плане полнофакторного эксперимента при двух факторах и трех уровнях их варьирования составит...

1. 22
2. 23
3. 32
4. 33
5. 3×2

5. Сопоставьте статистические критерии и область их использования

критерий Кохрена -

для определения однородности дисперсий параллельных опытов

критерий Стьюдента -

для проверки значимости коэффициентов уравнения теоретической линии регрессии

критерий Фишера -

для проверки адекватности линейного уравнения теоретической линии регрессии

6. Области использования критерия Стьюдента: (укажите несколько правильных утверждений)

1. сравнение средних по выборкам
2. оценка воспроизводимости эксперимента
3. отбраковка ошибок измерений
4. сравнение дисперсий по выборкам
5. оценка погрешности измерений

7. Укажите верную зависимость между $f(x)$ - плотностью распределения и $F(x)$ – интегральной функцией распределения

1. $f(x) = k \cdot F(x)$
2. $f(x) = 1 / F(x)$
3. $F(x) = 1 / f(x)$
4. $f(x) = dF(x)/dx$
5. $F(x) = df(x)/dx$

8. Укажите верную формулу для расчета значения функции плотности распределения по данным о числе измерений n на интервале значений x от x_1 до x_2 при общем числе измерений N .

1. $f = N / (x_1 \cdot x_2 \cdot n)$
2. $f = n / (N(x_2 - x_1))$
3. $f = N / (n(x_2 - x_1))$
4. $f = N(x_2 - x_1) / n$
5. $f = N \cdot x_2 \cdot x_1 / n$

9. Функция плотности распределения имеет следующие свойства: (укажите несколько правильных утверждений)

1. отрицательная
2. может быть как положительная, так и отрицательная
3. положительная
4. площадь под кривой функции плотности распределения равна единице
5. неубывающая

10. Интегральная функция распределения вероятности имеет свойства: (укажите несколько правильных утверждений)

1. неотрицательная
2. в пределе равна нулю
3. убывающая
4. в пределе равна единице
5. неубывающая

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Количество точек в полуреплике плана полнофакторного эксперимента типа 2^3 составит...
2. Количество точек в ортогональном центрально-композиционном плане (ОЦКП) при двух факторах и трех уровнях их варьирования составит...
3. Определите значение критерия Фишера для двух последовательностей наблюдений: первая последовательность 1, 2, 6; вторая последовательность 2, 2, 5.
1. 0,333

2. 0,428
3. 1,666
4. 2,333
5. 3,428

4. Определите значение критерия Стьюдента для двух последовательностей наблюдений: первая последовательность 2, 2, 5; вторая последовательность 4, 4, 7.

1. 0
2. 0,9266
3. 1,3333
4. 1,4142
5. 1,6577

5. Определите дисперсию для последовательности наблюдений 2, 2, 8.

1. 4
2. 8
3. 12
4. 16
5. 20

6. Определите среднее для последовательности наблюдений 2, 2, 8.

1. 4
2. 8
3. 12
4. 16
5. 20

7. Данная дисперсия показывает рассеяние средних экспериментальных данных переменной состояния относительно тех значений переменной состояния, которые предсказаны полученным линейным уравнением регрессии

1. общая дисперсия
2. внутригрупповая дисперсия
3. взвешенная дисперсия
4. дисперсия адекватности

8. Количество точек в плане полнофакторного эксперимента при двух факторах и трех уровнях их варьирования составит...

1. 22
2. 23
3. 32
4. 33
5. $3 \cdot 2$

9. Случайная величина имеет равномерный закон распределения с параметрами $[a = 0; b = 10]$. Определите вероятность попадания случайной величины в интервал от 10 до 12 (в процентах)

10. Для проверки гипотезы о соответствии эмпирического распределения предполагаемому теоретическому распределению используется критерий...

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В плане полнофакторного эксперимента ПФЭ 2^2 были получены следующие значения коэффициентов: $b_0 = 1$; $b_1 = -1$; $b_2 = 2$; $b_{12} = 1$. Найдите значение выхода Y , если приведенные значения факторов равны $x_1 = 1$; $x_2 = -1$.

1. -1
2. -3
3. 0
4. 1
5. 3

2. В ортогональном центрально-композиционном плане (ОЦКП) типа 2^2 были получены следующие значения коэффициентов: $b_0 = 1$; $b_1 = -1$; $b_2 = 2$; $b_{12} = 1$; $b_{11} = 1$; $b_{22} = 0$. Найдите значение выхода Y , если приведенные значения факторов равны $x_1 = -1$; $x_2 = -1$.

1. -3,333
2. -1,667
3. 1,333
4. 1,667
5. 3,667

3. В ходе эксперимента с объекта были получены экспериментальные значения отклика, равные 1, 2, 2. По экспериментальным данным была настроена модель. При тестировании модели по экспериментальным данным на выходе модели были получены значения 2, 2, 4. Определите значение средней абсолютной погрешности.

4. В ходе эксперимента с объекта были получены экспериментальные значения отклика, равные 1, 1, 5. По экспериментальным данным была настроена модель. При тестировании модели по экспериментальным данным на выходе модели были получены значения 2, -1, 2. Определите значение средней относительной погрешности (в процентах).

5. В ходе эксперимента с объекта были получены экспериментальные значения отклика, равные 0, 1, 5. По экспериментальным данным была настроена модель. При тестировании модели по экспериментальным данным на выходе модели были получены значения 2, 1, 6. Определите значение средней приведённой погрешности (в процентах).

6. При формировании области планирования абсолютные значения фактора изменяются в диапазоне $[2; 10]$, а приведенные значения фактора в диапазоне $[-1; 1]$. Определите абсолютное значение фактора, которое будет соответствовать приведенному значению фактора, равному -0,5.

7. При формировании области планирования абсолютные значения фактора изменяются в диапазоне $[2; 8]$, а приведенные значения фактора в диапазоне $[-1; 1]$. Определите приведенное значение фактора, которое будет соответствовать абсолютному значению фактора, равному 5.

8. В плане полнофакторного эксперимента ПФЭ 2^2 были получены следующие значения отклика: $Y = 4$ при $X_1 = -1$ и $X_2 = -1$; $Y = 4$ при $X_1 = -1$ и $X_2 = 1$; $Y = 3$ при $X_1 = 1$ и $X_2 = -1$; $Y = 1$ при $X_1 = 1$ и $X_2 = 1$. Найдите свободный коэффициент регрессионной модели b_0 .

9. Имеется две последовательности наблюдений. В первой последовательности 10 измерений, а во второй 5 измерений. При определении критического значения критерия Стьюдента следует принять число степеней свободы, равным...

1. 13
2. 10
3. 9 и 10
4. 4
5. 5
6. 15
7. 5 и 10

10. Имеется две последовательности наблюдений. В первой последовательности 5 измерений, а во второй 3 измерения. При определении критического значения критерия Фишера следует принять число степеней свободы, равным...

1. 2
2. 4
3. 6
4. 3 и 5

- 5. 2 и 4
- 6. 15

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к зачету с оценкой

1. Случайная величина и законы ее распределения.
2. Экспериментальный анализ одномерной случайной величины.
3. Экспериментальный анализ двухмерной случайной величины.
4. Виды измерений и погрешностей при проведении эксперимента.
5. Определение доверительного интервала при проведении прямых измерений в эксперименте. Исключение промахов при анализе данных эксперимента.
6. Определение доверительного интервала при косвенных измерениях в эксперименте.
7. Однофакторный эксперимент. Основные определения. Метод контура. Метод наименьших квадратов и его критерий.
8. Определение коэффициентов однофакторной регрессии с помощью метода наименьших квадратов. Система нормальных уравнений.
9. Прямая и обратная регрессии. Коэффициент парной корреляции.
10. Регрессионный анализ результатов однофакторного эксперимента.
11. Многофакторный эксперимент. Общая схема решения интерполяционной задачи.
12. Виды многофакторных моделей и их выбор.
13. Построение плана эксперимента. Нормирование факторов.
14. Полнофакторный эксперимент (ПФЭ) и его свойства.
15. Дробнофакторный эксперимент (ДФЭ) и его свойства.
16. Переход к планам второго порядка. Композиционные планы.
17. Ортогональные центральные композиционные планы (ОЦКП).
18. Ротатабельные центральные композиционные планы (РЦКП).
19. Виды и преимущества активных экспериментов.
20. Отсеивающие эксперименты. Метод случайного баланса.
21. Экстремальные эксперименты. Сравнение традиционного (пассивного) и активного подходов к проведению экстремальных экспериментов.
22. Метод градиента при экспериментальном поиске экстремума.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Математическая обработка результатов эксперимента	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий
2	Планирование эксперимента	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий
3	Построение математических моделей экспериментов	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий
4	Планирование многофакторных экспериментов	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий
5	Задачи оптимизации при проведении экспериментов	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий
6	Использование активных экспериментов при изучении электрических машин	ПК-1	Тест, устный опрос, выполнение индивидуальных заданий

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Сидняев, Н. И. Введение в теорию планирования эксперимента : учебное пособие / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. — 463 с. — ISBN 978-5-7038-3365-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106359>
2. Григорьев, Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели : учебное пособие / Ю. Д. Григорьев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1937-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/212090>

3. Полякова, Н. С. Математическое моделирование и планирование эксперимента : учебное пособие / Н. С. Полякова, Г. С. Дерябина, Х. Р. Федорчук. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52060>

4. Планирование эксперимента : методические указания / составитель Л. С. Прохасько. — Челябинск : ЮУрГУ, 2017. — 33 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197836>

5. Ивоботенко Б.А., Ильинский Н.Ф., Копылов И.П., Планирование эксперимента в электромеханике. – М.: Энергия, 1975. – 184 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- SMath Studio;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- Internet explorer;
- FEMM 4.2;
- Компас-График LT;
- AutoCAD.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- ELCUT - программа моделирования. URL: <https://elcut.ru>
- ELCUT 5.10. Руководство пользователя URL: <http://emtep.chuvsu.ru/elcut.pdf>
- Единая система конструкторской документации. URL: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii
- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru
- Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». URL: <https://www.electrical4u.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Компьютерный класс, оснащенный необходимыми техническими средствами и программными продуктами.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Планирование эксперимента» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета _____. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--