

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «*Электрическая тяга*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.О.4 «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ИНЖЕНЕРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ»

для направления подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по магистерским программам

«Высокоскоростной наземный транспорт»

«Электрический транспорт железных дорог и метрополитенов»

*«Современные технологии, менеджмент, аудит и аналитика в промышленной
энергетике»*

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
«Электрическая тяга»
Протокол № 6 от «13» января 2025 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая тяга»
«13» января 2025 г.

А.М. Евстафьев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО «Высокоскоростной
наземный транспорт», «Электрический
транспорт железных дорог и
метрополитенов»
«13» января 2025 г.

В.В. Никитин

Руководитель ОПОП ВО «Современные
технологии, менеджмент, аудит и аналитика в
промышленной энергетике»
«13» января 2025 г.

К.К. Ким

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теория и практика инженерного исследования» (Б1.О.4) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 28 февраля 2018 г., приказ Минобрнауки России № 147.

Целью освоения дисциплины является приобретение компетенций для применения их при проведении инженерных исследований в сфере профессиональной деятельности.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучение теории вероятностей и математической статистики;
- изучение теории погрешностей и методов обработки результатов экспериментального исследования;
- изучение теоретических и экспериментальных методов исследования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</i>	
ОПК-1.1 Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок	<i>Обучающийся знает:</i> - методы и средства планирования исследований; - методы и средства планирования разработок; - методы и средства организации исследований; - методы и средства организации разработок;
ОПК-1.2 Умеет анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний	<i>Обучающийся умеет:</i> - анализировать новую научную проблематику соответствующей области знаний
ОПК-1.4 Имеет навыки проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - проведения анализа новых направлений исследований в соответствующей области знаний
ОПК-1.5 Имеет навыки обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - обоснования перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний
ОПК-1.6 Имеет навыки проверки правильности результатов, полученных сотрудниками,	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - проверки правильности результатов, полученных сотрудниками, работающими под его руководством

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
работающими под его руководством	
<i>ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</i>	
ОПК-2.1 Знает научную проблематику соответствующей области знаний	<i>Обучающийся знает: - научную проблематику соответствующей области знаний</i>
ОПК-2.2 Умеет оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<i>Обучающийся умеет: - оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</i>
ОПК-2.3 Имеет навыки осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	<i>Обучающийся имеет навыки: - осуществления теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</i>
ОПК-2.4 Имеет навыки подготовки и представление руководству отчетов о реализации планов мероприятий по координации деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями	<i>Обучающийся имеет навыки: - подготовки и представление руководству отчетов о реализации планов мероприятий по координации деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями</i>

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	64
В том числе:	
– лекции (Л)	32
– практические занятия (ПЗ)	32
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	116
Контроль	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость: час / з.е.	216 / 6

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28
В том числе:	
– лекции (Л)	12
– практические занятия (ПЗ)	16
– лабораторные работы (ЛР)	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	179
Контроль	9
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э
Общая трудоемкость: час / з.е.	216 / 6

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Эксперимент как предмет исследования	Лекции (6 часов): Лекция №1. Классификация видов экспериментальных исследований Лекция №2. Погрешности результатов исследований Самостоятельная работа (16 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
2	Краткие сведения из теории вероятностей	Лекции (6 часов): Лекция №3. Вероятность случайных событий, их характеристики Лекция №4. Нормальный закон распределения Самостоятельная работа (16 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
3	<i>Предварительная обработка экспериментальных данных</i>	<p>Лекции (4 часа):</p> <p>Лекция №5. Статистические гипотезы</p> <p>Лекция №6. Отсев грубых погрешностей</p> <p>Практические занятия (12 часов):</p> <p>ПЗ 1. Вычисление характеристик эмпирических распределений</p> <p>ПЗ 2. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оценка доверительного интервала для математического ожидания - Оценка доверительного интервала для дисперсии <p>ПЗ 3. Сравнение двух рядов наблюдений</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сравнение средних значений - Сравнение двух дисперсий - Проверка однородности нескольких дисперсий <p>ПЗ 4. Определение необходимого количества измерений</p> <p>ПЗ 5. Проверка гипотезы нормального распределения</p> <p>ПЗ 6. Преобразование распределений к нормальному</p> <p>Самостоятельная работа (16 часов):</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.</p>	<p>ОПК-1.1</p> <p>ОПК-1.2</p> <p>ОПК-1.4</p> <p>ОПК-1.5</p> <p>ОПК-1.6</p> <p>ОПК-2.1</p> <p>ОПК-2.2</p> <p>ОПК-2.3</p> <p>ОПК-2.4</p>
4	<i>Анализ результатов пассивного эксперимента</i>	<p>Лекции (4 часа):</p> <p>Лекция №7. Характеристика видов связей между рядами наблюдений</p> <p>Лекция №8. Линейная регрессия от одного фактора</p> <p>Лекция №9. Линейная множественная регрессия</p> <p>Лекция №10. Нелинейная регрессия</p> <p>Практические занятия (10 часов):</p> <p>ПЗ 7. Определение коэффициентов уравнения регрессии</p> <p>ПЗ 8. Определение тесноты связи между случайными величинами</p> <p>ПЗ 9. Регрессионный анализ</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проверка адекватности модели - Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии <p>Самостоятельная работа (16 часов):</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.</p>	<p>ОПК-1.1</p> <p>ОПК-1.2</p> <p>ОПК-1.4</p> <p>ОПК-1.5</p> <p>ОПК-1.6</p> <p>ОПК-2.1</p> <p>ОПК-2.2</p> <p>ОПК-2.3</p> <p>ОПК-2.4</p>
5	<i>Оценка погрешностей результатов наблюдений</i>	<p>Лекции (4 часа):</p> <p>Лекция №11. Оценка погрешностей определения величин функций</p> <p>Лекция №12. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей</p> <p>Лекция №13. Определение наивыгоднейших условий эксперимента</p> <p>Самостоятельная работа (16 часов):</p>	<p>ОПК-1.1</p> <p>ОПК-1.2</p> <p>ОПК-1.4</p> <p>ОПК-1.5</p> <p>ОПК-1.6</p> <p>ОПК-2.1</p> <p>ОПК-2.2</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-2.3 ОПК-2.4
6	<i>Методы планирования экспериментов</i>	<p>Лекции (4 часа):</p> <p>Лекция №14. Основные определения и понятия</p> <p>Лекция №15. Пример хорошего и плохого эксперимента</p> <p>Лекция №16. Планы второго порядка</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ортогональные планы второго порядка - Ротатабельные планы второго порядка <p>Лекция №17. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий - Метод покоординатной оптимизации (Гаусса-Зейделя)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Метод крутого восхождения (Бокса-Уилсона) - Симплексный метод планирования <p>Практические занятия (10 часов):</p> <p>ПЗ 10. Планирование первого порядка</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выбор основных факторов и их уровней - Планирование эксперимента - Определение коэффициентов уравнения регрессии - Статистический анализ результатов эксперимента - Дробный факторный эксперимент - Разработка математической модели гидравлического режима методической печи <p>Самостоятельная работа (18 часов):</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п 8.5.</p>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
7	<i>Компьютерные методы статистической обработки</i>	<p>Лекции (4 часа):</p> <p>Лекция №18. Статистические функции Microsoft Excel.</p> <p>Самостоятельная работа (18 часов):</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.</p>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	<i>Эксперимент как предмет исследования</i>	<p>Лекции (2 часов):</p> <p>Лекция №1. Классификация видов экспериментальных исследований</p> <p>Лекция №2. Погрешности результатов исследований</p> <p>Самостоятельная работа (25 часов):</p> <p>Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.</p>	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
			ОПК-2.3 ОПК-2.4
2	<i>Краткие сведения из теории вероятностей</i>	Лекции (2 часов): Лекция №3. Вероятность случайных событий, их характеристики Лекция №4. Нормальный закон распределения Самостоятельная работа (25 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
3	<i>Предварительная обработка экспериментальных данных</i>	Лекции (2 часа): Лекция №5. Статистические гипотезы Лекция №6. Отсев грубых погрешностей Практические занятия (6 часов): ПЗ 1. Вычисление характеристик эмпирических распределений ПЗ 2. Определение доверительных интервалов для исследуемых величин - Оценка доверительного интервала для математического ожидания - Оценка доверительного интервала для дисперсии ПЗ 3. Сравнение двух рядов наблюдений - Сравнение средних значений - Сравнение двух дисперсий - Проверка однородности нескольких дисперсий ПЗ 4. Определение необходимого количества измерений ПЗ 5. Проверка гипотезы нормального распределения ПЗ 6. Преобразование распределений к нормальному Самостоятельная работа (25 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
4	<i>Анализ результатов пассивного эксперимента</i>	Лекции (2 часа): Лекция №7. Характеристика видов связей между рядами наблюдений Лекция №8. Линейная регрессия от одного фактора Лекция №9. Линейная множественная регрессия Лекция №10. Нелинейная регрессия Практические занятия (4 часов): ПЗ 7. Определение коэффициентов уравнения регрессии ПЗ 8. Определение тесноты связи между случайными величинами ПЗ 9. Регрессионный анализ - Проверка адекватности модели - Проверка значимости коэффициентов	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
		уравнения регрессии Самостоятельная работа (26 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	
5	<i>Оценка погрешностей результатов наблюдений</i>	Лекции (2 час): Лекция №11. Оценка погрешностей определения величин функций Лекция №12. Обратная задача теории экспериментальных погрешностей Лекция №13. Определение наивыгоднейших условий эксперимента Самостоятельная работа (26 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
6	<i>Методы планирования экспериментов</i>	Лекции (1 час): Лекция №14. Основные определения и понятия Лекция №15. Пример хорошего и плохого эксперимента Лекция №16. Планы второго порядка - Ортогональные планы второго порядка - Ротатабельные планы второго порядка Лекция №17. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий - Метод покоординатной оптимизации (Гаусса- Зейделя) - Метод крутого восхождения (Бокса- Уилсона) - Симплексный метод планирования Практические занятия (6 часов): ПЗ 10. Планирование первого порядка - Выбор основных факторов и их уровней - Планирование эксперимента - Определение коэффициентов уравнения регрессии - Статистический анализ результатов эксперимента - Дробный факторный эксперимент - Разработка математической модели гидравлического режима методической печи Самостоятельная работа (26 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п 8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
7	<i>Компьютерные методы статистической обработки</i>	Лекции (1 час): Лекция №18. Статистические функции Microsoft Excel. Самостоятельная работа (26 часов): Изучение тематики раздела по источникам [1] – [3] п.8.5.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.4 ОПК-1.5 ОПК-1.6 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Эксперимент как предмет исследования	6	-	-	16	22
2	Краткие сведения из теории вероятностей	6	-	-	16	22
3	Предварительная обработка экспериментальных данных	4	12	-	16	32
4	Анализ результатов пассивного эксперимента	4	10	-	16	30
5	Оценка погрешностей результатов наблюдений	4	-	-	16	20
6	Методы планирования экспериментов	4	10	-	18	32
7	Компьютерные методы статистической обработки	4	-	-	18	22
	Итого	32	32	-	116	180
Контроль						36
Всего (общая трудоемкость, час.)						216

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Эксперимент как предмет исследования	2	-	-	25	27
2	Краткие сведения из теории вероятностей	2	-	-	25	27
3	Предварительная обработка экспериментальных данных	2	6	-	25	33
4	Анализ результатов пассивного эксперимента	2	4	-	26	32
5	Оценка погрешностей результатов наблюдений	2	-	-	26	28
6	Методы планирования экспериментов	1	6	-	26	33
7	Компьютерные методы статистической обработки	1	-	-	26	27
	Итого	12	16	-	179	207
Контроль						9
Всего (общая трудоемкость, час.)						216

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: <https://ibooks.ru/> - Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> - Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> - Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> - Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> - Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

образовательном процессе:

1. Теория инженерного эксперимента: текст лекций/А.К. Бояршинова, А.С. Фишер. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 85 с.

2. В.М. Медунецкий, К.В. Силаева Методология научных исследований. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 55 с.

3. А.В. Плакс. Методология научных исследований. – СПб: Петербургский Государственный Университет Путей Сообщения, 2008- 124 с.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

– Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru - Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> - Режим доступа: для авториз. пользователей;

– Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/> - Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы,
доцент

«13» января 2025 г.

_____ *О.В. Колодкин*