

Частное образовательное учреждение высшего образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Программа утверждена на заседании
Ученого совета Университета,
протокол №10 от «15» ноября 2024 г.

Утверждаю:
Ректор университета
В.С. Артамонов
«18» декабря 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.07

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Направление – 27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль подготовки) – Метрология, стандартизация и
сертификация

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

РПД составлена в соответствии с
требованиями ФГОС ВО
утвержденного приказом Министерства
образования и науки Российской
Федерации от «11» августа 2020 г. №943

РПД разработал:
Зав. кафедры прикладной математики и
информационных технологий,
доктор техн. наук, проф.
В. С. Артамонов

Санкт-Петербург, 2024

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы теории эксперимента» являются приобретение обучающимися знаний и умений по проведению экспериментальных исследований; формирование навыков подготовки и проведения лабораторных экспериментов, а также правильного применения метрологических характеристик широко распространённых средств измерений электрических и механических величин.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

- проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПС 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»; утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н. Трудовая функция В/02.6.)

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Учебная дисциплина «Основы теории эксперимента» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока М1 «Дисциплины (модули)» программы подготовки магистра.

Дисциплина «Основы теории эксперимента» базируется на курсах высшей математики, теории вероятности и математической статистики и теоретических основах информационно-измерительной техники.

Знания, полученные при освоении дисциплины «Основы теории эксперимента», могут быть применены при изучении дисциплин М1.В.06 «Теория систем, системный анализ и моделирование», М2.О.02(Н) «Производственная практика (научно-исследовательская работа)», М2.О.04(П) «Производственная практики (преддипломная практика), а также при подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Основы теории эксперимента»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-1	Способен проводить работы по сбору, обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в метрологии	ПК-1.1. Осуществляет разработку планов и программ проведения исследований и разработок	Знать: теоретические основы и принципы проведения научных исследований; Уметь: разрабатывать планы и программы проведения исследований, принимать решения, касающиеся области исследования; Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований в области метрологии и стандартизации.
		ПК-1.3. Проводит анализ и обработку научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Знать: основные методы и инструменты методы сбора, обработки и анализа данных с использованием информационных технологий; Уметь: применять информационные технологии при сборе, обработке, анализе и систематизации данных, связанных с метрологическим обеспечением и стандартизацией; Владеть: навыками моделирования для решения задач в области метрологии и стандартизации.

4. Структура и содержание дисциплины «Основы теории эксперимента»

4.1. Структура дисциплины Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)											Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)					
				Контактная работа							Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольных работ	Проверка лабораторных работ	
				Всего	Лекция	Практические занятия	В т.ч. в форме практич. подготовки	Лабораторные занятия	В т.ч. в форме практич. подготовки	Др. виды работ	Всего	Курсовая работа, проект	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.	Раздел 1. «Основные понятия теории эксперимента»	2																		
1.1.	Тема 1.1. «Введение в теорию эксперимента. Термины и определения»		1-2	2	2			5	5		6			6						
1.2.	Тема 1.2. «Планирование однофакторных экспериментов»		3-4	4	2	2	2	4	4		16			16			4			
2.	Раздел 2. «Планирование эксперимента»			4	2	2														
2.1.	Тема 2.1. «Критерии оптимальности многофакторных планов»		5-6	4	2	2	2	4	4		16			16						
2.2.	Тема 2.2. «Задачи, решаемые многофакторными планами»		7-8								10			10						
2.3	Тема 2.3. «Выбор модели и её исследование»		9-12	4	2	2	2				10			10					9	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.4	Тема 2.4. «Планы второго порядка»	2	13-14	10	2	4	4	4	4		4			4			14		
3	Раздел 3. «Промышленный эксперимент»										4			4					
3.1	Тема 3.1. «Эволюционное планирование»		15-16	2	2						4			4					16
3.2	Тема 3.2. «Последовательное симплекс – планирование»		17	4	1	3	3		8		6			6			17		
	Подготовка к экзамену										36		36						
	Общая трудоемкость, в часах		180	54	17	17	13	17	17	3	126		36	90	Промежуточная аттестация				
															Форма		Семестр		
															Экзамен		2		

4.2. Содержание дисциплины «Основы теории эксперимента»

Раздел 1. «Основные понятия теории эксперимента»

Тема 1.1. «Введение в теорию эксперимента. Термины и определения»

Цели и достоверность экспериментальных исследований. Историческая справка о развитии эксперимента. Основные понятия и определения. Методология экспериментальных исследований.

Тема 1.2. «Планирование однофакторных экспериментов»

Измерение – основа экспериментальных исследований. Систематизация. Классификация. Классический эксперимент.

Раздел 2. «Планирование эксперимента»

Тема 2.1. «Критерии оптимальности многофакторных планов»

Понятие об оптимальности многофакторных планов Условия ортогональности, нормировки, ротатабельности, композиционности, насыщенности.

Тема 2.2. «Задачи, решаемые многофакторными планами»

Многофакторные планы. Экстремальные, интерполяционные и прогностические задачи.

Тема 2.3. «Выбор модели и её исследование»

Выбор модели. Приведение модели к каноническому виду. Исследование модели.

Тема 2.4. «Планы второго порядка»

Понятие о планах второго порядка Планы ортогональные и ротатабельные.

Раздел 3. «Промышленный эксперимент»

Тема 3.1. «Эволюционное планирование»

Определение характеристик при эволюционном планировании. Фаза, цикл; вычисление размаха и двухсигмового интервала

Тема 3.2. «Последовательное симплекс – планирование» Способы построения симплекса. Движение симплекса в факторном пространстве.

4.2.1 Практические занятия

Практические занятия проводятся в форме докладов по заданной теме и их обсуждения на занятиях.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1,2	1	Однофакторный эксперимент	4
3,4	2	Планирование полнофакторного эксперимента	4
5	2	Канонический анализ модели	2
6,7	2	Ортогональный план второго порядка	4
8,9	3	Последовательное симплекс-планирование	3

4.2.2 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Обработка результатов эксперимента	5
2	1	Построение регрессионных моделей	4
6	2	Построение двухфакторного эксперимента с использованием квадратичной модели	4
7	2	Построение двухфакторного эксперимента с использованием рототбельного центрально-композиционного плана	4
		Всего	17

5. Образовательные технологии

Требуемые результаты освоения дисциплины «Основы теории эксперимента» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования компетенций у студентов:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения измерений физических величин, выбор метода в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

Лабораторные занятия – одна из форм учебного занятия, ведущей дидактической целью которого является формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной деятельности. Лабораторные занятия проходят, в основном, в форме интерактивного обучения и ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом. Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории, где выполняются лабораторные работы по тематике, предусмотренной настоящей рабочей программой.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем, возникающих при выполнении обработки результатов измерений, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических заданий.

4. *Личностно-ориентированные технологии* обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе (контактная аудиторная работа, индивидуальное собеседование).

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного обеспечения, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов по дисциплине «Основы теории эксперимента» проводится в форме тестирования по разделам программы и выполнения и защиты лабораторных работ (ЛР).

Текущий контроль по разделу «Основные понятия теории эксперимента» проводится на практических занятиях в форме тестирования и на лабораторных занятиях в форме защиты отчетов о выполнении лабораторных работ по темам:

Тема 1: «Введение в теорию эксперимента. Термины и определения» Тема

2: «Планирование однофакторных экспериментов».

Текущий контроль по разделу «Планирование эксперимента» проводится на практических занятиях в форме тестирования и на лабораторных занятиях в форме защиты отчетов о выполнении лабораторных работ по темам:

Тема 1: «Критерии оптимальности многофакторных планов».

Тема 4: «Планы второго порядка».

Текущий контроль по разделу «Промышленное планирование» проводится на практических занятиях в форме тестирования по темам:

Тема 1: «Эволюционное планирование»

Тема 2: «Последовательное симплекс – планирование»

Тестовые задания представлены в фонде оценочных средств по дисциплине «Основы теории эксперимента». Задания по выполнению лабораторных работ, а также тесты к лабораторным работам представлены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы теории эксперимента».

6.1. План самостоятельной работы студентов

Номер недели	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
1-2	Тема 1.1 Введение в теорию эксперимента. Термины и определения	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	6
3-4	Тема 1.2 Планирование однофакторных экспериментов	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к тесту	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	16
5-6	Тема 2.1. Критерии оптимальности многофакторных планов	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	16
7-8	Тема 2.2. Задачи, решаемые многофакторными планами	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	10
9-12	Тема 2.3. Выбор модели и её исследование	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	10
13-14	Тема 2.4. Планы второго порядка	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к тесту	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	16
15-16	Тема 3.1. «Эволюционное планирование»	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	8
17	Тема 3.2. «Последовательное симплекс – планирование»	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к тесту	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	8
1-17	Подготовка к экзамену				36
	Всего:				126

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Основы теории эксперимента» проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным, практическим/семинарским) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;
- подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе текущим и промежуточному (экзамену).

Для осуществления самостоятельной работы по приведенным выше видам самостоятельной работы каждый студент обеспечен:

- методикой выполнения лабораторных работ;
- информационными ресурсами (справочники, учебные пособия и т. д.);
- методическими материалами;
- контролируемыми материалами (тесты, задания и др.);
- материальными ресурсами;
- консультациями.

Рекомендуемые виды заданий для самостоятельной работы студентов:

Для овладения знаниями:

- чтение учебника, дополнительной литературы;
- конспектирование текста;
- работа со словарями и справочниками;
- ознакомление с нормативными документами;
- поиск информации в Интернете и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- тестирование и др.

Для формирования умений:

- решение типовых задач и выполнение упражнений по образцу;
- выполнение схем, расчетно-графических и конструкторских работ.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как самоконтроль и самооценка студента; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Тест №1	Раздел 1. «Основные понятия теории эксперимента»	ПК-1
2	ЛР№1-ЛР№3		ПК-1
3	Тест №2	Раздел 2. «Планирование эксперимента»	ПК-1
4	ЛР№4-ЛР№5		ПК-1
5	Тест №3	Раздел 3 «Промышленное планирование»	ПК-1

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине.

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля представлены в электронной базе данных.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

«Основы теории эксперимента»

а) учебная литература:

1. Гришенцев А.Ю. Теория и практика технического и технологического эксперимента /учебное пособие.– СПб: СПбГУ ИТМО, 2010.–102 с.
2. Фадеев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. - Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 2010
3. Хамханов К.М. Основы планирования эксперимента. Методическое пособие. - УланУдэ: Изд-во ВСГТУ, 2001. - 50 с.
4. Кравченко Н.С. Методы обработки результатов измерений: учебное пособие; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 88 с.
5. Походун А.И. Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности измерений. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 112 с.
6. Математико-статистические методы анализа данных: Учебно-методическая разработка/ Зайчикова Н.А.; Самарский институт (филиал) РГТЭУ. Самара: 2010. 61 стр.
7. В.В. Рыков, В.Ю. Иткин Математическая статистика и планирование эксперимента. Конспект лекций. - М.: Изд-во РГУНГ, 2010
8. Методология планирования эксперимента: методические указания к лабораторным работам / сост. Т. П. Абомелик. – Ульяновск: УлГТУ, 2011 – 38 с.
9. Глазунов О.О. Обработка результатов наблюдений. Методические рекомендации. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2003
10. Методология планирования эксперимента: методические указания к лабораторным работам / сост. Т. П. Абомелик. – Ульяновск: УлГТУ, 2006 – 36 с.
11. Информационно-статистическая теория измерений: методические И74 указания к лабораторно-практическому комплексу / сост.: Т. А. Фёдоров, Л. В. Федотов. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 36 с.
12. В.Ю.Волощенко, В.Г.Сапогин Методическая разработка «Оценка погрешностей при физических измерениях». Для студентов дневной формы обучения по направлению подготовки бакалавров и магистров: 550000 – технические науки. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 31 с.

б) Интернет-ресурсы

<http://www.gsnti.ru> , <https://www.rst.gov.ru/portal/gost>

в) Программное обеспечение Лицензионное ПО: «Microsoft Windows», Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Стандартный Russian Edition, StatSoft_Statistica Basic Academic 13 for Windows. *Свободно распространяемое ПО:* Open Office; Mozilla Firefox; Google Chrome; Adobe Acrobat Reader CD.

г) Другое материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы студентов. Комплект учебной мебели: столы компьютерные, столы учебные, стол преподавательский, стулья, кафедра, доска.

Персональные компьютеры или ноутбуки, объединенные в локальную сеть, с доступом в Internet, компьютер преподавателя; коммутатор.