

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и системы управление в машиностроении»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

**М.1.1.5 -Теория эксперимента в исследованиях систем  
направления подготовки**

**15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»  
профиль 2 «Интеллектуальные информационно-управляющие системы»**

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 1

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 2

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 8

коллоквиумы – нет

практические занятия – 24

самостоятельная работа – 76

зачет – 1 семестр

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** являются изучение методов и средств планирования эксперимента и математической обработки экспериментальных данных, что предполагает изучение этапов статистического исследования зависимостей, включающих предварительный анализ и обработку экспериментальных данных, корреляционный и регрессионный анализ, планирование активного эксперимента, использование результатов эксперимента для поиска оптимальных режимов.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- освоение основных понятий теории эксперимента при исследовании объекта;
- изучение методов математической обработки результатов экспериментов;
- построение математических моделей на основе анализа экспериментальных данных.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина является обязательной, входит в базовую часть цикла магистратуры по направлению 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Компетенции, сформированные при изучении настоящей дисциплины, используются при изучении дисциплин «Автоматизация процессов измерения, испытаний и контроля», «Системы автоматизации и управления», "Идентификация технологических объектов и систем управления", также необходимы при прохождении производственной практики и выполнении ВКР.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций ПК-17 и ПК-18:

**ПК-17:** *способность разрабатывать методики, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготавливать отдельные задания для исполнителей, научно-технические отчеты, обзоры и публикации по результатам выполненных исследований.*

**Знает:** методику и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок, как осуществить подготовку отдельных заданий для исполнителей, научно-технических отчетов и публикаций по результатам выполненных исследований

**Умеет:** проводить научные исследования и технические разработки, подготавливать обзоры и публикации по результатам выполненных исследований.

**Владеет:** опытом применения и практическими навыками разработки методики проведения научных исследований и перспективных технических разработок.

**ПК-18:** способностью осуществлять управление результатами научно-исследовательской деятельности и коммерциализацией прав на объекты интеллектуальной собственности, осуществлять ее фиксацию и защиту.

**Знает:** методику, рабочие планы и программы проведения научных исследований и перспективных технических разработок для осуществления управления результатами научно-исследовательской деятельности.

**Умеет:** проводить научные исследования и использовать результаты для осуществления управления результатами научно-исследовательской деятельности

**Владеет:** опытом применения и практическими навыками разработки методики и программы научных исследований и технических разработок для осуществления управления результатами научно-исследовательской деятельности.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ М о- ду- - ля	№ Неде- ли	№ Те- м ы	Наименование темы	Часы					
				Всег о	Лек- ции	Колл ок- виум ы	Лаб ора- тор ные	Прак тичес -кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	1-4	1	Основные характеристики инженерного эксперимента	16	2			4	10
1	5-8	2	Организация проведения экспериментов	26	2			6	18
	9-12	3	Обработка результатов проведения экспериментов	32	2			6	24
2	13-16	4	Планирование экспериментов	34	2			8	24
			ИТОГО	108	8			24	76

## 5. Содержание лекционного курса

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>№ лекции</b>	<b>Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	2	1	Основные характеристики инженерного эксперимента. Термины и определения. Классификация, типы и задачи. Активный и пассивный эксперименты. Практические примеры	3, 5,6, 8, 10
2	2	2	Организация проведения экспериментов. Методическое и аппаратное обеспечение измерений, метрологические аспекты измерений и обработки данных. Роль экспериментатора в качестве результатов	1, 3, 6, 8,10
3	2	3	Обработка результатов проведения экспериментов Случайная и систематическая погрешности измерений. Интервальная оценка точности измерений. Аппроксимация экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ. Практические примеры.	3,4, 5, 7-10
4	2	4	Планирование экспериментов. Методика многофакторного эксперимента. Отсеивающие эксперименты. Проверка модели. Понятие о дробном факторном эксперименте. Практические примеры	1,2,4,8,10

## 6. Содержание коллоквиумов

*Не предусмотрены*

## 7. Перечень практических занятий

<b>№ темы</b>	<b>Всего, часов</b>	<b>№ занятия</b>	<b>Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	4	1	Основные характеристики инженерного эксперимента. Активный и пассивный эксперименты. Лабораторный и натурный эксперименты. Практические примеры.	3, 5,6, 8, 10
2	6	2	Организация проведения экспериментов Методическое и аппаратное обеспечение измерений, метрологические аспекты измерений и обработки данных. Применение серийных приборов и специально разработанной аппаратуры	1, 3, 6, 8,10
3	6	3	Обработка результатов проведения экспериментов Случайная и систематическая погрешности измерений. Интервальная оценка точности измерений. Аппроксимация экспериментальных данных. Регрессионный анализ. Корреляционный анализ.. Практические примеры.	3,4, 5, 7-10

4	8	4	Планирование экспериментов. Методика многофакторного эксперимента. Отсеивающие эксперименты. Проверка модели на адекватность и значимость коэффициентов. Критерии Кохрена и Фишера. Практические примеры.	1,2,4,8,10
---	---	---	---	------------

## 8. Перечень лабораторных работ

*Не предусмотрены*

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	10	Основные характеристики инженерного эксперимента. Классификация, типы и задачи. Активный и пассивный эксперименты. Практические примеры для объектов различного назначения	3, 5,6, 8, 10
2	18	Организация проведения экспериментов. Методическое и аппаратное обеспечение измерений, метрологические аспекты измерений и обработки данных. Применение серийных приборов и специально разработанной аппаратуры	1, 3, 6, 8,10
3	24	Обработка результатов проведения экспериментов. Случайная и систематическая погрешности измерений. Доверительный интервал при оценке точности измерений. Аппроксимация экспериментальных данных. Регрессионный и корреляционный анализ данных. Практические примеры.	3,4, 5, 7-10
4	24	Планирование экспериментов. Методика многофакторного эксперимента. Отсеивающие эксперименты. Проверка модели на адекватность и значимость коэффициентов. Понятие о дробном факторном эксперименте. Практические примеры для объектов различного назначения	1,2,4,8,10

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС

## 10. Расчетно-графическая работа

*Не предусмотрена*

## 11. Курсовая работа

*Не предусмотрена*

## 12. Курсовой проект

*Не предусмотрена*

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается в проведении устного экзаменационного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала, оценка способности студента применить полученные ранее знания; в проведении модулей и коллоквиумов, как способов межсессионной проверки знаний, умений, навыков студента в середине семестра по пройденным темам изучаемого предмета.

Показателем оценивания степени усвоения знаний является оценка, полученная на зачет при ответе на вопросы для зачета. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)</b>
Отлично	заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	выставляется обучающемуся, обнаружившему

	пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине.
--	---

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения практических заданий, включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. Показателем оценивания степени усвоения знаний этого элемента компетенции, является оценка, полученная при представлении материалов и докладе по выданной теме. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа представленного материала в ответ на практические контрольные задания. При этом руководствуются следующими критериями:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы)
Отлично	Оценка «Отлично» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения практической работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Хорошо	Оценка «Хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, включая страницы атласа, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Удовлетворительно	Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Неудовлетворительно	Оценка «Неудовлетворительно» выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы и сдачу зачета.

Оценки «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно» служит основанием для зачета знаний, умений и навыков по дисциплине с простановкой в ведомости «зачтено».

### **Вопросы для зачета**

- 1 Понятие «эксперимент». Цель экспериментов
- 2 Классификация экспериментов
- 3 Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований
- 4 Организация проведения экспериментальных исследований
- 5 Активный и пассивный эксперименты
- 6 Роль экспериментатора в качестве результатов эксперимента
- 7 Обработка результатов экспериментальных исследований
- 8 Ошибки измерений, источники и виды ошибок измерений
- 9 Оценка случайных погрешностей измерений
- 10 Интервальная оценка точности измерений
- 11 Функции распределения непрерывной случайной величины, плотность вероятности
- 12 Графическая обработка данных
- 13 Гистограмма непрерывной случайной величины



- 14 Аппроксимация экспериментальных данных эмпирическими формулами
- 15 Основные понятия регрессионного анализа
- 16 Метод наименьших квадратов
- 17 Оценка адекватности теоретических решений
- 18 Корреляционный анализ экспериментальных данных
- 19 Основы теории планирования эксперимента
- 20 Оптимизация по результатам многофакторного эксперимента
- 21 Применение ЭВМ при проведении экспериментальных исследований
- 22 Оформление результатов экспериментальных исследований

### **Вопросы для экзамена**

*Не предусмотрен*

### **Задания по дисциплине**

- 1 Приведите определения понятия «эксперимент»
- 2 В чем заключается цель эксперимента.
- 3 Назовите разновидности эксперимента
- 4 Приведите примеры активных и пассивных экспериментов.
- 5 Как статистически обрабатываются данные эксперимента.
- 6 Как графически обрабатываются данные эксперимента
- 7 Приведите определения функции распределения непрерывной случайной величины: интегральная и плотность распределения
- 8 Дайте характеристику стандартному нормальному распределению непрерывной случайной величины
- 9 Изложите понятие о доверительном интервале
- 10 Приведите примеры статистических гипотез и процедур применения статистических критериев
- 11 Объясните задачи корреляционного анализа
- 12 Определите основные этапы регрессионного анализа
- 13 Дайте характеристику метода наименьших квадратов
- 14 Дайте характеристику полного факторного эксперимента
- 15 В чем заключается задача оптимизации на основе активного эксперимента

### **14. Образовательные технологии**

Для успешного освоения дисциплины в ходе изложения материала используются лекции на основе мультимедийных презентаций. При изложении материала лектор обсуждает проблемные вопросы, направленные на практическую и самостоятельную деятельность студента. Большое

внимание на лекционных и практических занятиях уделяется решению практических задач из курса.

Для развития самостоятельной активности в изучении материала студентам предлагается использование интернет-ресурсов (электронных каталогов, специализированных порталов и сайтов), подготовка к участию в дискуссиях по предлагаемым темам курса. По всем практическим и самостоятельным работам студентам предлагается индивидуальное задание.

При решении практических задач студенты делятся на группы.

При обучении лиц с ограниченными возможностями и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуализации обучения, сопровождение тьюторами в образовательном пространстве; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

Для достижения планируемых результатов также используются следующие образовательные технологии:

1. Дистанционные на основе информационно-образовательной среды СГТУ имени Гагарина Ю.А., основе реализации возможности самостоятельного изучения материалов по всем видам образовательной деятельности в соответствии с учебным планом, в том числе до прохождения занятий, текущего дистанционного консультирования студентов.

2. Развивающее проблемно-ориентированное обучение, направленное на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения на основе рассмотрения примеров из практической деятельности преподавателей, в области научно-практических исследований.

3. Личностно ориентированное обучение, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе в рамках самостоятельной работы.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### ***Основная литература***

1. Воробьев А.Л. Любимов И.И., Косых Д.А. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством [Электронный ресурс]: учебное пособие. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. 344 с.

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/33648.html>

2. Бойко А.Ф. Теория планирования многофакторных экспериментов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. 73 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28403.html>

3. Костин В.Н., Паничев В.В. Теория эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие. Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. 209 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30132.html>

4. Игнатъев А.А., Каракозова В.А., Игнатъев С.А. Методы идентификации объектов: учебное пособие. Саратов: СГТУ, 2014. 56 с. Имеется электронный аналог печ.изд. Экземпляры всего: 40

#### ***Дополнительная литература***

5. Игнатъев А.А., Каракозова В.А., Игнатъев С.А. Стохастические методы идентификации в динамике станков. Саратов: СГТУ. 2013. 124 с. Имеется электронный аналог печ.изд. Экземпляры всего: 5

6. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебник для вузов / Б.М.Бржозовский, А.А.Игнатъев, В.В.Мартынов, А.Г.Схиртладзе; под ред. проф. Б.М. Бржозовского. Старый Оскол: ТНТ, 2010. 352 с. Экземпляры всего: 3.

7. Мартынов В.В., Мартынов П.В. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Саратов: СГТУ, 2011. 188 с. Экземпляры всего: 5.

8. Кане М.М. Основы научных исследований в технологии машиностроения: учебное пособие. Минск: Высшая школа, 1987. 231 с. Экземпляры всего: 3.

9. Солонин И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1972. 216 с. Экземпляры всего: 17.

10. Основы научных исследований / В.И.Крутов, И.М.Грушко, В.В.Попов и др. М.: Высшая школа, 1989. 400 с. Экземпляры всего: 27.

#### ***Источники ИОС***

Учебно-методические материалы размещены в электронной форме в ИОС СГТУ имени Гагарина Ю.А. [https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.04\\_1/%D0%9C.1.1.5\\_1/default.aspx](https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/AUM/15.04.04_1/%D0%9C.1.1.5_1/default.aspx)

### **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные и практические занятия проходят с использованием компьютеров в компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

Для проведения практических занятий требуются компьютерные классы с программным обеспечением (Microsoft Office 2007/2010, Prolog), рассчитанные на обучение группы студентов из 10–15 человек, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям, работающие под управлением операционной системы Microsoft Windows XP или Windows 7 с подключением к сети Internet.

*Электронная библиотека вуза:*

*<http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>*

*Электронная информационно-образовательная среда:*

*<https://portal.sstu.ru>*