

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



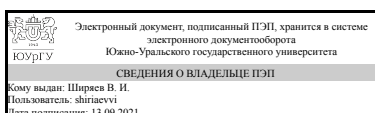
А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.09.03 Испытания приборов и систем: проектное обучение  
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами  
уровень специалист тип программы Специалитет  
специализация Системы управления движением летательных аппаратов  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

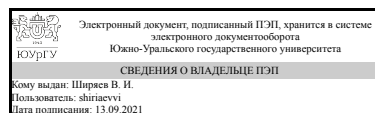
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым  
приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



В. И. Ширяев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основная цель: – приобретение знания и получения навыков, необходимых для квалифицированного проведения испытаний инерциальных приборов, устройств, систем и их элементов. Задачи дисциплины: – освоение методики проведения испытаний приборов систем управления летательными аппаратами с использованием различного испытательного оборудования и приборов измерения и регистрации; – выбор измерительных приборов, оборудования и режимов проведения испытаний, обеспечивающих выполнение поставленной цели испытания; – выбор основных характеристик режимов испытания приборов с учетом предполагаемых условий эксплуатации; – подготовка отчетов проведения испытаний, анализ результатов испытаний; – ознакомление с особенностями работы на испытательном оборудовании; – соблюдение техники безопасности и экологической безопасности.

## Краткое содержание дисциплины

Виды испытаний. Типовые испытания. Механические, климатические и электрические испытания. Оборудование и приборы для проведения типовых испытаний. Испытание на вибрацию, перегрузку, удар. Методы испытаний, оформление результатов испытаний. Особенности проведения испытаний гироскопических приборов и систем, и инерциальных чувствительных элементов.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-34 способностью проводить первичный анализ результатов испытаний, их оценку, составление моделей ошибок для их компенсации	Знать: ожидаемые характеристики и параметры приборов, выявляемые в результате испытаний.
	Уметь: применять соответствующую методику проведения испытаний, позволяющую определять характеристики приборов.
	Владеть: оценкой правомерности использования результатов испытаний, их достоверности, - оценкой ошибок по модели погрешностей прибора.
ПК-36 способностью осуществлять эксплуатацию приборов и агрегатов в соответствии с эксплуатационной документацией, принимать решения о соответствии фактических характеристик эксплуатационного качества принимаемой в эксплуатацию и эксплуатируемой техники требуемым значениям	Знать: возможности приборов, их характеристики, выявленные в результатах испытаний.
	Уметь: оценивать соответствие создаваемых при испытаниях параметров параметров испытаний - ожидаемым параметрам эксплуатации.
	Владеть: и принимать решения о возможности использования испытуемого прибора для применения для данного вида подвижного объекта.
ПК-32 способностью представлять результаты испытаний в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	Знать: моменты, определяющие выбор испытательной и измерительной техники.
	Уметь: осуществлять оформление протоколов и актов испытаний;

	<p>Владеть: оценивать возможное влияние параметров окружающей среды на характеристики приборов.</p>
<p>ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией</p>	<p>Знать: технику безопасности при проведении испытаний, включая экологическую безопасность; знать моменты, определяющие выбор испытательной и измерительной техники.</p>
	<p>Уметь: разрабатывать план испытаний, выбирать соответствующее испытательное оборудование, измерительную технику и методику проведения испытаний, а также проводить обработку результатов испытаний и оформление протоколов и актов испытаний; проводить механические и климатические испытания и обрабатывать результаты испытаний, а также оценивать погрешности измерений при проведении испытаний.</p>
	<p>Владеть: методикой проектирования и разработки приборов с учетом возможных воздействующих факторов из условий эксплуатации прибора, а также оценивать возможное влияние параметров окружающей среды на характеристики и работу приборов.</p>
<p>ПК-7 способностью разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей</p>	<p>Знать: методику и средства электрических измерений.</p>
	<p>Уметь: измерять токи, напряжение, мощность, частоту и фазу в электрических цепях приборов и систем.</p>
	<p>Владеть: навыками расчета параметров контура обратной связи в гибридных схемах эмулирования реакции реальных объектов с помощью программ Mathcad, Matlab.</p>
<p>ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры</p>	<p>Знать: принципы формирования математических моделей технических устройств в полунатурных схемах испытания приборов и систем.</p>
	<p>Уметь: составлять алгоритмы решения задач моделирования динамических систем.</p>
	<p>Владеть: навыками расчета параметров контура обратной связи в гибридных схемах эмулирования реакции реальных объектов с помощью программ Mathcad, Matlab.</p>
<p>ПК-35 способностью принимать в эксплуатацию приборы и агрегаты систем и обрабатывать эксплуатационную документацию</p>	<p>Знать: ожидаемые условия эксплуатации прибора в соответствии с типом объекта применения.</p>
	<p>Уметь: проводить испытания, отражающие максимально параметры влияющих эксплуатационных факторов.</p>
	<p>Владеть: полнотой информации о возможностях испытательного оборудования и его соответствия влияющим эксплуатационным факторам.</p>

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

<p>Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана</p>	<p>Перечень последующих дисциплин, видов работ</p>
--	--

В.1.03 Теория гироскопических приборов	ДВ.1.11.01 Инерциальные навигационные системы
--	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.03 Теория гироскопических приборов	Знать: устройство, принцип работы и основные источники ошибок инерциальных чувствительных приборов. Уметь и иметь навыки выводить уравнения движения приборов и получать модели их погрешностей.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Контактная работа:</i>	48	48
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Самостоятельное изучение материала. Изучение проведения виброиспытаний. Вибрация, ее параметры и их измерения. Характеристики вибростендов. Испытание на обнаружение резонансных частот. Способы регистрации резонансов. (Частотные анализаторы спектра). Испытания на виброустойчивость, степени жесткости испытаний. Испытания на вибропрочность. Метод качающейся частоты. Метод фиксированной частоты. Комбинированный метод.	6	6
Подготовка отчета по проектному обучению	20	20
Самостоятельное изучение материала. Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при испытаниях. Оформление и анализ результатов испытаний приборов.	8	8
Подготовка к диф. зачету	8	8
Самостоятельное изучение материала. Измерение параметров климатических воздействий. Оценка результатов и оформление документации по испытаниям. Оборудование для проведения климатических испытаний. Камеры тепла. Камеры холода. Камеры влажности. Камеры тепла и влажности. Барокамеры и термобарокамеры. Камеры солнечной радиации. Камеры тропического климата. Камеры соляного тумана. Камеры пыли. Камеры грибообразования.	6	6

Комплексные испытательные камеры.		
Самостоятельное изучение материала. Оборудование для механических испытаний. Вибростенды механические и электродинамические, ударные стенды. Центрифуги. Меры безопасности при использовании оборудования Измерение параметров механических воздействий и обработка результатов. Погрешности при использовании метода Монте-Карло.	6	6
Самостоятельное изучение материала. Изучить: методику и режимы испытания на холодоустойчивость. Испытания на воздействие инея и росы. Испытания на воздействие повышенной влажности. Испытания на воздействие атмосферного давления. Испытания на воздействие повышенного давления. Испытания на воздействие солнечного излучения. Испытания на воздействие пыли. Испытания на воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на воздействие соляного тумана. Испытания на внешнее воздействие воды. Испытание на герметичность. Многофакторные климатические испытания.	6	6
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
1	Задачи и цели испытаний. Виды испытаний, основные понятия. Типовые испытания.	8
2	Климатические испытания. Электрические испытания. Механические испытания. Испытание на вибрацию, перегрузку, удар.	12
3	Особенности проведения типовых испытаний и испытания гироскопических приборов и систем, акселерометров.	14
4	Методы испытаний, оборудование и приборы. Оформление результатов испытаний.	14

### 5.1. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Самостоятельное изучение материала. Измерение параметров климатических воздействий. Оценка результатов и оформление документации по испытаниям. Оборудование для проведения климатических испытаний. Камеры тепла. Камеры холода. Камеры влажности. Камеры тепла и влажности. Барокамеры и термобарокамеры. Камеры солнечной радиации. Камеры тропического климата. Камеры соляного тумана. Камеры пыли. Камеры грибообразования. Комплексные испытательные камеры.	ЭУМД №1, 2	6
Самостоятельное изучение материала. Оборудование для механических испытаний. Вибростенды механические и	ЭУМД №2, 3, 4	6

<p>электродинамические, ударные стенды. Центрифуги. Меры безопасности при использовании оборудования Измерение параметров механических воздействий и обработка результатов. Погрешности при использовании метода Монте-Карло.</p>		
<p>Самостоятельное изучение материала. Изучить: методику и режимы испытания на холодоустойчивость. Испытания на воздействие инея и росы. Испытания на воздействие повышенной влажности. Испытания на воздействие атмосферного давления. Испытания на воздействие повышенного давления. Испытания на воздействие солнечного излучения. Испытания на воздействие пыли. Испытания на воздействие повышенного гидростатического давления. Испытания на воздействие соляного тумана. Испытания на внешнее воздействие воды. Испытание на герметичность. Многофакторные климатические испытания.</p>	ЭУМД №1, 2	6
<p>Подготовка отчета по проектному обучению</p>	ЭУМД №1, 2, 3	20
<p>Самостоятельное изучение материала. Изучение проведения виброиспытаний. Вибрация, ее параметры и их измерения. Характеристики вибростендов. Испытание на обнаружение резонансных частот. Способы регистрации резонансов. (Частотные анализаторы спектра). Испытания на виброустойчивость, степени жесткости испытаний. Испытания на вибропрочность. Метод качающейся частоты. Метод фиксированной частоты. Комбинированный метод.</p>	ЭУМД №3, 4	6
<p>Подготовка к диф. зачету</p>	ЭУМД №1-5	8
<p>Самостоятельное изучение материала. Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при Изучить получение уравнений движения гироскопических приборов на примере ДУСа (датчика угловой скорости) и акселерометра и их основных характеристик, параметров и моделей ошибок. Получение основных характеристик приборов при испытаниях. Оформление и анализ результатов</p>	ЭУМД №1, 2, 3	8

испытаний приборов.		
---------------------	--	--

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Обучение навыкам использования современных средств регистрации данных	Используется программа регистрации, контроллер и компьютер с монитором и возможностью распечатки процессов с предварительной обработкой результатов	4

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)
ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	диф.зачет
ПК-7 способностью разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности, подготавливать отдельные задания для исполнителей	диф.зачет
ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры	диф.зачет
ПК-32 способностью представлять результаты испытаний в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	диф.зачет
ПК-34 способностью проводить первичный анализ результатов испытаний, их оценку, составление моделей ошибок для их компенсации	диф.зачет
ПК-35 способностью принимать в эксплуатацию приборы и агрегаты систем и обрабатывать эксплуатационную документацию	диф.зачет
ПК-36 способностью осуществлять эксплуатацию приборов и агрегатов в соответствии с эксплуатационной документацией, принимать решения о соответствии фактических характеристик эксплуатационного качества принимаемой в эксплуатацию и эксплуатируемой техники требуемым значениям	диф.зачет
ОПК-2 владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием работы с компьютером как средством управления информацией	текущий контроль
ПК-7 способностью разрабатывать планы, программы и методики испытания приборов, систем и комплексов по соответствующему профилю деятельности,	текущий контроль

подготавливать отдельные задания для исполнителей	
ПК-31 способностью на основе системного подхода разрабатывать модели и выполнять теоретические, лабораторные и натурные испытания и эксперименты для решения эксплуатационных задач с использованием современной аппаратуры	текущий контроль
ПК-32 способностью представлять результаты испытаний в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	текущий контроль
ПК-34 способностью проводить первичный анализ результатов испытаний, их оценку, составление моделей ошибок для их компенсации	текущий контроль
ПК-35 способностью принимать в эксплуатацию приборы и агрегаты систем и обрабатывать эксплуатационную документацию	текущий контроль
ПК-36 способностью осуществлять эксплуатацию приборов и агрегатов в соответствии с эксплуатационной документацией, принимать решения о соответствии фактических характеристик эксплуатационного качества принимаемой в эксплуатацию и эксплуатируемой техники требуемым значениям	текущий контроль

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
диф.зачет	<p>Защита отчета о выполнении индивидуальной работы в рамках проектного обучения проводится на промежуточной аттестации. Студент докладывает о результатах выполненных работ, а руководитель проекта задает вопросы и выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Представленный доклад и ответы студента оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за высокий уровень выполнения работы и исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. 4 балла за уровень выполнения работы выше среднего и правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы. 3 балла за уровень выполнения работы выше среднего и ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями. 2 балла за средний уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с ошибками. 1 балл за низкий уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками. 0 баллов за грубые ошибки при выполнении работы и недостаточный уровень понимания материала.</p> <p>Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. На диф. зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p>	<p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74%</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59%</p>
текущий контроль	<p>Студент периодически подготавливает отчет об этапах выполненной работы и представляет его на проверку руководителю проекта. Руководитель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. При</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%</p>



	<p>оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый отчет оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.</p>	<p>Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
--	---	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

ИПиС\_ПО - Вопросы для выполнения зачетной работы.docx

ИПиС\_ПО - Тематика решаемых задач.doc

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

*а) основная литература:*

Не предусмотрена

*б) дополнительная литература:*

Не предусмотрена

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Гироскопия и навигация. журнал «Гироскопия и навигация», АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР», С-Пб. 2010 -2019гг.

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания по освоению дисциплины "Испытания приборов и систем" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами: проектное обучение" (в локальной сети кафедры)

2. Методические указания по освоению дисциплины "Испытания приборов и систем" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами: проектное обучение" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

3. Методические указания по освоению дисциплины "Испытания приборов и систем" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами: проектное обучение" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид	Наименование разработки	Наименование	Доступность
---	-----	-------------------------	--------------	-------------

	литературы		ресурса в электронной форме	(сеть Интернет локальная сет авторизованны / свободный д ступ)
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Шишкин И.Ф. Испытания и испытательное оборудование: уч. пособие/ Г.Ф.Сергушев, И.Ф.Шишкин. -СП-б,СЗТУ, 1999. -51с. Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru/resource/219/25219/files/nwpi317.pdf">http://window.edu.ru/resource/219/25219/files/nwpi317.pdf</a> . - Загл. с экрана	Архив научных журналов	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Бетанов, В.В. Измерения при летных испытаниях сложных динамических объектов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 40 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/62024">http://e.lanbook.com/book/62024</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованны
3	Основная литература	Шашурин, В.Д. Аппаратное обеспечение испытаний изделий на воздействие вибрации. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Д. Шашурин, О.С. Нарайкин, С.А. Воронов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 74 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/52239">http://e.lanbook.com/book/52239</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованны
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Петрухин, В.В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Петрухин, С.В. Петрухин. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2010. — 176 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/65092">http://e.lanbook.com/book/65092</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованны
5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Методические указания по освоению дисциплины "Испытания приборов и систем" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами" (для СРС)	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСет Авторизованны

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
646 (36)	1 демонстрационный комплекс: 1 компьютер, 1 проектор, 1 экран, 1 документ-камера
629 (36)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB