

Министерство науки и высшего образования РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Балтийский государственный технический университет  
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы экспериментальных исследований электромеханических приводов космической техники

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ: **15.06.01 - Машиностроение**

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ:

**05.02.02 - Машиноведение, системы приводов и детали машин**

КВАЛИФИКАЦИЯ: **Исследователь. Преподаватель-исследователь**

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: **очная / заочная**

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: **зачет**

Санкт-Петербург

2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ\*  
/оборотная сторона титульного листа/

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.06.01 «Машиностроение»

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили: кафедра Е7

Санников В.А., зав.каф. Е7, д.т.н., доцент

(Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание)

Эксперт(ы):

(Представители работодателей, внешние эксперты)

Начальник лаборатории ОАО «ВНИИТрансмаш»,

д.т.н., с.н.с. Рождественский Сергей Владимирович

Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Е7 – механика деформируемого твердого тела

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 10 2018 г. Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., доцент /  /


Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры И8 «Системы приводов, мехатроника и робототехника», протокол № от \_\_\_\_ 2018 г.

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  /С.М. Стажков/

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 15.00.00 Машиностроение

«31» 10 2018 г. Председатель УМК по УГНиСП Иванов К.М., д.т.н., проф. /  / ✓

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г. Директор библиотеки  / Н.В.Сесина /  
(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)

## **1 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)**

Дисциплина «Основы экспериментальных исследований электромеханических приводов космической техники (КТ)» позволяет определить подход к экспериментальным исследованиям как к исследованиям, отображающим процессы, протекающие в приводе при эксплуатации в космическом аппарате. При этом любые исследования, проводимые без использования натуральных образцов, являются исследованиями, проводимыми на моделях. Отсюда вытекают требования соблюдения методов подобия и моделирования. Так как, в основном, процессы сопровождающие эксплуатацию и выход из строя механических приводов КТ, являются триботехническими, то и спецификой таких исследований является моделирование триботехнических процессов: трения, смазывания и изнашивания трущихся сопряжений.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общепрофессиональных компетенций:

- способностью формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-2);
- способностью планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов (ОПК-5).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- готовность критически анализировать современные проблемы машиностроения с учетом потребностей промышленности, мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования (ПК-2);
- способность выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3).

В результате освоения дисциплины (модуля) студенты будут

### **знать:**

- методы подобия и моделирования триботехнических процессов, сопровождающих работу приводов космической техники;
- методы планирования и проведения экспериментов по теме исследования

### **уметь:**

- описывать триботехнические процессы с помощью обобщенных безразмерных параметров - критериев подобия;
- интерпретировать и представлять результаты экспериментов;
- формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического характера при теоретических и экспериментальных работах по исследованию процессов в приводах КТ;

### **владеть:**

- методами подобия и моделирования триботехнических процессов в приводах КТ.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам программы аспирантуры и реализуется для очной и заочной формы обучения.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы или 72 академических часа для очной и заочной формы обучения, в том числе 2/2 часа аудиторных занятий и 70/70 часов самостоятельной работы.

Дисциплина предназначена для получения аспирантом знаний, связанных с работами по исследованию параметров в приводах КТ.

Она является практико-ориентированной.

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах:

- Детали машин и основы конструирования;
- Сопротивление материалов;
- Основы триботехники;
- Основы теории смазывания деталей машин;
- Материаловедение.

### 3 Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость, акад. час (очн/заочн)
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b> Лекционные занятия (ЛЗ) Научно-практические занятия (НПЗ) Семинары (С) Исследовательские лабораторные работы (ИЛР) Индивидуальные консультации (К)	2 /2 - - - -
<b>Самостоятельная работа (СР), в том числе:</b> Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР) Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	35 /35 35 /35
Всего:	72/72

#### 3.2 Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы самостоятельной работы *)
		Всего	Очная и заочная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛЗ	С	К	СР	
1	Виды подоби́я и моделирования триботехнических процессов. Основы теории подоби́я триботехнических процессов. Основные критерии подоби́я, применяемые в триботехнике		2/2	-	-	-	-	35/35	ИЗ
2	Моделирование как основа эксперимента, его организация и обработка. Методы математического планирования эксперимента		-	-	-	-	-	35/35	РИР
	Итого:	72/72	2/2	-	-	-	-	70/70	

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся;

### 3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов	Литература
1, 2	1	Обзорная лекция. Виды подобия и моделирования триботехнических процессов Основы теории подобия триботехнических процессов. Основные критерии подобия, применяемые в триботехнике Моделирование как основа эксперимента, его организация и обработка.	2/2	1, 2 табл. 7 1, 2, 3 табл. 8
		Итого:	2/2	

Программой дисциплины практические, семинарские и лабораторные занятия не предусмотрены

### 3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

В активной и интерактивной форме проводятся аудиторные учебные занятия по отдельным разделам и темам дисциплины, указанным в табл. 4

Таблица 4

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1, 2	Разработка критериальной системы уравнений при оценке подобия триботехнических процессов в приводах КТ . Создание научно-обоснованной модели при экспериментальном исследовании	2/2
	Итого:	2/2

### 3.5 Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 5

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
ИЗ «Разработка системы критериальных уравнений при испытании приводов КТ»		12	1
РИР «Построение модели при исследовании триботехнических процессов в приводах КТ и её обоснование»		15	2

#### 4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме экзамена.

##### 4.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 6

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Защита отчета по исследовательскому заданию		12	1
Защита отчета по расчётно-исследовательской работе		14	2

##### 4.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде контрольных вопросов:

Примерный список контрольных вопросов:

1. Виды подобия и моделирования триботехнических процессов
2. Основы теории подобия триботехнических процессов.
3. Основные критерии подобия, применяемые в триботехнике
4. Моделирование как основа эксперимента, его организация и обработка
5. Методы математического планирования эксперимента
6. Разработка критериальной системы уравнений при оценке подобия триботехнических процессов в приводах КТ
7. Создание научно-обоснованной модели при экспериментальном исследовании

##### 4.3. Критерии оценивания на зачете

Зачет включает в себя ответы на теоретические вопросы и решение задач (3 шт.)

Для успешной сдачи теоретической части необходимо верно ответить на вопросы теста. После сдачи теоретической части оценка за зачет складывается по количеству решенных задач:

- Одна задача – удовлетворительно;
- Две задачи – хорошо;
- Три задачи – отлично.

##### Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	
17 – 39		
1 – 16	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено
0		

## **5 Образовательные технологии по дисциплине**

**5.1.** Обучение по дисциплине ведется с применением лекций-дискуссий и метода учебного проектирования с применением отраслевых стандартов АО «ИСС».

**5.2.** Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды):

1. Ауд.469 лаборатория: стенд для точности зубчатой передачи, стенд для контроля КПД.

2. Ауд.471 лаборатория: стенд для контроля параметров планетарно-циклоидной передачи (ПЦП), стенды для оценки ресурса ПЦП.

**5.3.** Электронные ресурсы, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

<http://e.lanbook.com/> - ЭБС издательства «Лань», ЭБС ТНТ.

**5.4.** Программное обеспечение:

программы MATHCAD любой версии, Matlab, КОМПАС-3D, ANSYS, SolidWorks.

**5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:**

Предполагаются следующие методы обучения:

- занятия в компьютерном классе с мультимедийной демонстрацией процесса решения (презентаций).
- пересылаемые по e-mail информационные электронные материалы (конспекты лекций, учебно-практические пособия, расчетные схемы и задания) по прикладному применению компьютерных технологий проектирования изделий.
- доступность учебных материалов через сеть Интернет (конспекты лекций, материалы для практических занятий, типовые задачи для контрольных мероприятий, вопросы для подготовки к коллоквиумам размещены в виде – учебных пособий в базе данных «Электронная библиотека» Фундаментальной библиотеки БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова).
- при выполнении заданий используются технологии САД проектирования, а вычислений САЕ с возможностью установки учебных версий пакетов.

## СПРАВКА

**о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы**  
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: «Основы экспериментальных исследований электромеханических приводов космической техники»

2. Кафедра Е7 - Механика деформируемого твердого тела,  
кафедра И8 - Системы приводов, мехатроника и робототехника

3.1. Перечень основной учебной литературы:

1) Детали машин [Текст]: учебник для вузов / Н. А. Бильдюк [и др.]; ред. В. Н. Ражиков. - СПб.: Политехника, 2015. - 699 с.: схемы, табл., граф. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-7325-1001-0 – 204 экз.

2) Детали машин и основы конструирования. Основы теории и расчёта [Текст]: учебник для вузов / П. Н. Учаев [и др.]; ред. П. Н. Учаев. - Старый Оскол: ТНТ, 2015. - 343 с. : граф., схемы, табл. - ISBN 978-5-94178-454-7 – 28 экз.

3) Санников Владимир Антонович.

Решение уравнений математической физики методом конечных элементов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. А. Санников; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: [б. и.], 2011. - 51 с.: граф., схемы, табл. - ISBN 978-5-85546-608-9 – 97 экз.

Параллельные издания: [Электронный ресурс]: Санников В.А. Решение уравнений математической физики методом конечных элементов [Текст]: учебное пособие [для вузов] / В. А. Санников; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: [б. и.], 2011.- 51 с.: граф., схемы, табл.- 1 эл. жестк. диск: схемы.- ISBN 978-5-85546-608-9.

3.2. Перечень дополнительной учебной литературы:

4) Туркина Наталья Рудольфовна. Проектирование в среде SolidWorks: учебное пособие / Н.Р. Туркина; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: [б. и.], 2017. – 51с. (электронный вариант).

5) Павлов Александр Семёнович.

Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS [Текст]: практикум [для вузов] / А. С. Павлов; БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: [б. и.], 2014. - 34 с.: схемы, табл., обр. - ISBN 978-5-85546-825-0 – 28 экз.

Параллельные издания: [Электронный ресурс]: Павлов А. С. Решение задач механики деформируемого твёрдого тела в программе ANSYS: практикум [для вузов] / А. С. Павлов. - СПб., 2014. - 1 эл. жестк. диск: схемы. - ISBN 978-5-85546-825-0.

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)

Дата «31» 10 2018 г.