

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

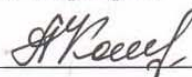
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Ракетное вооружение»

Утверждено на заседании кафедры  
«Ракетное вооружение»  
«13» 01 2021г., протокол №5

/И.о.зав. кафедрой

 А.В.Смирнов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Теория и практика физмоделирования»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета**

по специальности

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-  
космических комплексов**

со специализацией

**Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240501-01-21

Тула 2021 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

**Стреляев С.И., профессор, д.т.н., доцент**

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

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

ИЗДАНИЕ № 1

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является изучение будущим инженером основ разработки и проектирования физических моделей.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются изучение:

- основ методов подобия и размерности в механике и в приложении к физическому моделированию;
- методов выявления множества технических решений задачи проектирования модели;
- методов идентификации результатов физического моделирования.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 семестре.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

1. классификацию моделей и логические основы моделирования (код компетенции ПК- 12, код индикатора ПК-12.1);
2. алгоритмы поиска решения при проектировании физической модели (код компетенции ПК -13, код индикатора ПК-13.1);
3. особенности физической модели при проведении испытаний объектов ракетной техники (код компетенции ПК- 15, код индикатора ПК-15.1);

### **Уметь:**

1. решать прикладные задачи идентификации коэффициентов математических моделей на этапе выбора параметров разрабатываемой физической модели (код компетенции ПК-12, код индикатора ПК-12.2);
2. разрабатывать алгоритмы поиска решения при проектировании физической модели в объектах РКТ (код компетенции ПК -13, код индикатора ПК-13.2);
3. разрабатывать физические модели при проведении испытаний объектов ракетной техники (код компетенции ПК -15, код индикатора ПК-15.2);

### **Владеть:**

1. методами системного подхода при построении физической модели (код компетенции ПК-12, код индикатора ПК-12.3);
2. методами идентификации результатов физического моделирования (код компетенции ПК -13, код индикатора ПК-13.3);
3. навыками планирования физического эксперимента (код компетенции ПК-15, код индикатора ПК-15.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4. Объем и содержание дисциплины (модуля)

##### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	ЗЧ	3	108	32		32		0	0,1	43,9
Итого	-	3	108	32		32		0	0,1	43,9

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

##### 4.2 Содержание лекционных занятий

###### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>7 семестр</i>	
1	Введение. Исторический обзор моделирования. Понятие модели. Модель как структура для хранения знаний. Логические основы моделирования. Классификация моделей.
2	Основные понятия теории проектирования физических моделей. Требования, предъявляемые к физической модели. Прототип физической модели. Варианты физической модели. Основные этапы поиска технических решений задачи проектирования физических моделей.
3	Основы теории подобия. Подобие явлений и его признаки. Теоремы подобия. Определение критериев подобия. Критерии подобия тепловых, гидродинамических, механических и др. процессов и явлений.
4	Математическая постановка задачи поиска решений при проектировании физической модели. Постановка задачи поиска применяемых вариантов физической модели. Постановка задачи поиска предпочтительных вариантов физической модели.
5	Алгоритмы поиска решений при проектировании физической модели. Процедуры оценки приемлемости и существования приемлемых вариантов. Алгоритмы поиска приемлемых вариантов. Алгоритмы поиска предпочтительных вариантов.
6	Методы расчета параметров физической модели. Расчет параметров модели по допустимой величине нарушения условий подобия. Расчет параметров модели по критерию точности моделирования.

№ п/п	Темы лекционных занятий
7	Физические модели и методы идентификации. Выбор формы модели идентификации. Критерии точности модели идентификации.
8	Регрессивный анализ и неорганизованный эксперимент.
9	Выбор оптимальной модели идентификации
10	Полный факторный эксперимент
11	Дробный факторный эксперимент.
12	Последовательное усложнение моделей идентификации при планируемом эксперименте.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>7 семестр</i>	
1	Определение критериев подобия процессов конвективного теплообмена
2	Тарировка дифференциального жидкостного манометра (микроманометра)
3	Определение скорости сверхзвукового воздушного потока
4	Физическое моделирование процесса распыления жидкости центробежной форсунки

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>7 семестр</i>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	Максимальное количество баллов
<i>7 семестр</i>	

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>			<b>Максимальное количество баллов</b>
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение лабораторной работы № 1	8
		Выполнение лабораторной работы № 2	8
		Тестирование	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение лабораторной работы №3	8
		Выполнение лабораторной работы №4	8
		Тестирование	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### **Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных занятий -учебная аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном;
- для проведения лабораторных работ - компьютерный класс и лаборатория.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики / В.В.Ветров [и др.]; ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. – 320 с.

2. Методы и средства измерения экспериментальной баллистики [Электронный ресурс] : учебное пособие для технических университетов / В. В. Ветров [и др.]; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2005 .— 320 с. - Режим доступа : <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2015032714323706344300007168>, по паролю

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. Применительно к задачам электроэнергетики: учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Наука. 1984. — 439 с.
2. Красовский Г. И. Планирование эксперимента / Г. И. Красовский, Г. Ф. Филаретов. — Минск : Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1982 .— 302 с
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова Ю. В. Грановский .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1976 .— 279 с.
4. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Х. Шенк ; пер. с англ. Е. Г. Коваленко ; под ред. Н. П. Бусленко .— М. : Мир, 1972 .— 381 с.
5. Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский.— Минск : Вышэйш шк., 1985 .— 286 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”: учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
2. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbooks.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
3. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений Microsoft Office 2013.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис».

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.