

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»

«_10_»__01__2023 г., 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: 240501-01-23


Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

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

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

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 обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

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:

- методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (код компетенции ОПК- 1, код индикатора ОПК-1.1);
- современные подходы к разработке физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач (код компетенции ОПК- 5, код индикатора ОПК-5.1);

Уметь:

- применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (код компетенции ОПК- 1, код индикатора ОПК-1.2);
- разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач (код компетенции ОПК- 5, код индикатора ОПК-5.2);

Владеть:

- методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспе-

риментального исследования (код компетенции ОПК- 1, код индикатора ОПК-1.3);

- навыками разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач(код компетенции ОПК- 5, код индикатора ОПК-5.3).

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 | ДЗ | 3 | 108 | 32 | | 32 | | | 0,25 | 43,75 |
| Итого | - | 3 | 108 | 32 | | 32 | | | 0,25 | 43,75 |

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. |

| № п/п | Темы лекционных занятий |
|------------------|---|
| 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. Подobie 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. |
| 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 |
|------------------|---|
| 7 семестр | |
| 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> | | | |
| Текущий контроль успеваемости | Первый рубежный контроль | Оцениваемая учебная деятельность обучающегося: | |
| | | Посещение лекционных занятий | 4 |
| | | Выполнение лабораторной работы № 1 | 8 |
| | | Выполнение лабораторной работы № 2 | 8 |
| | | Тестирование | 10 |
| | | Итого | 30 |
| | Второй рубежный контроль | Оцениваемая учебная деятельность обучающегося: | |
| | | Посещение лекционных занятий | 4 |
| | | Выполнение лабораторной работы №3 | 8 |
| | | Выполнение лабораторной работы №4 | 8 |
| | | Тестирование | 10 |
| | | Итого | 30 |
| Промежуточная аттестация | ДЗ | | 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)

| Система оценивания результатов обучения | Оценки | | | |
|---|---------------------|-------------------|---------|----------|
| | 0 – 39 | 40 – 60 | 61 – 80 | 81 – 100 |
| Стобалльная система оценивания | | | | |
| 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.

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 : Вышэйшшк., 1985 .— 286 с.

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

1. <https://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://www.iprbooks.ru/> – Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
3. <https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека «КиберЛенинка», доступ свободный
4. <https://www.elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный

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.