

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А. Н. Туполева – КАИ»**

Институт (факультет): **Институт авиации, наземного транспорта и энергетики**  
(наименование института, в состав которого входит кафедра, ведущая дисциплину)

Кафедра: **Реактивные двигатели и энергетические установки**  
(наименование кафедры, ведущей дисциплину)

Регистрационный номер **1130.2.15**

**АННОТАЦИЯ**

**к рабочей программе**

**дисциплины (модуля)**

**«Экспериментальные исследования авиационных двигателей»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.09.01**

Направление подготовки: **24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов»**

Квалификация: **магистр**

Магистерская программа: **авиационные двигатели и энергетические установки**

Вид(ы) профессиональной деятельности:

**научно-исследовательская деятельность,**

**проектно-конструкторская деятельность**

Разработчик: доцент Варсегов В. Л.

Казань 2017 г.

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1.1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Изучение методики проведения экспериментальных исследований авиационных двигателей, необходимых для выявления общих свойств двигателей, их узлов и агрегатов, знание которых позволяет создавать принципы конструирования, расчета, испытания и эксплуатации двигателей.

### 1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- определение значения и роли экспериментальных исследований в цикле проектирования и создания авиационных двигателей;
- изучение теоретических основ выполнения измерений физических величин и оценка достоверности измерений;
- изучение основ и принципов планирования экспериментальных исследований.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Экспериментальные исследования авиационных двигателей» входит в состав Вариативного модуля Блока 1.

### 1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

Таблица 1

Формируемые компетенции

| Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)   | Уровни освоения составляющих компетенций  |   |  |
|---|---|---|--|
|   | Пороговый   | Продвинутый   | Превосходный   |
| <b>ОК - 7</b> Способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями основной образовательной программы магистратуры)  |   |   |  |
| <b>Знание</b><br>физических принципов и способов проведения измерений физических величин, основ аргументированного выбора и профессиональной эксплуатации современных видов оборудования и средств измерений                | Знание характеристик измерений, физических принципов и способов проведения измерений физических величин, определяемых при исследованиях и средств измерений | Знание классификации и характеристик современных видов оборудования и средств измерений, применяемых при испытаниях двигателей                        | Знание классификации погрешностей измерений и основ определения величины погрешностей результатов измерений физических величин                         |
| <b>Умение</b><br>применять знания физических принципов и способов проведения измерений физических величин для аргументированного подбора и профессиональной эксплуатации современных видов оборудования и средств измерений | Умение применять знания о характеристиках измерений, физических принципах и способах проведения измерений для определения физических величин                | Умение применять знания о классификации и характеристиках современных видов оборудования и средств измерений для применения при испытаниях двигателей | Умение применять знания о классификации погрешностей измерений и об основах определения величины погрешностей результатов измерений физических величин |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| <p><b>Владение</b></p> <p>навыками основных методов проведения измерений физических величин, основных методов проведения экспериментального исследования с использованием современных видов оборудования и средств измерений</p>  | <p>Владение типовыми методами проведения измерений физических величин, определяемых при экспериментальных исследованиях элементов двигателей</p>  | <p>Владение типовыми методами проведения экспериментального исследования с использованием современных видов оборудования и средств измерений</p>   | <p>Владение типовыми методами оценки достоверности измерений и определения величины погрешностей результатов измерений физических величин</p>  |
| <p><b>ОПК - 5</b> Способность осуществлять подготовку научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок</p>   |   |  |  |
| <p><b>Знание</b></p> <p>основ анализа и систематизации полученной информации, основ оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>  | <p>Знание основ подготовки и систематизации информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>  | <p>Знание основ математического анализа и обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>   | <p>Знание основ составления и оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>   |
| <p><b>Умение</b></p> <p>применять основы анализа и систематизации полученной информации, основ оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>   | <p>Умение применять основы подготовки и систематизации информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>   | <p>Умение применять основы математического анализа и обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>  | <p>Умение применять основы составления и оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>                              |
| <p><b>Владение</b></p> <p>навыками основных методов анализа и систематизации полученной информации, основ оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>                                      | <p>Владение типовыми методами подготовки и систематизации информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>  | <p>Владение типовыми методами математического анализа и обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>   | <p>Владение типовыми методами составления и оформления результатов выполненных исследований и разработок в виде научно-технических отчетов, обзоров и публикаций</p>                           |
| <p><b>ПК - 3</b> Способность разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ результатов</p>   |   |  |  |
| <p><b>Знание</b></p> <p>основ планирования эксперимента для решения задачи построения оптимальных планов экспериментальных исследований, основ обработки и анализа результатов экспериментальных исследований и получения адекватных моделей регрессионного анализа</p> | <p>Знание принципов планирования многофакторного эксперимента при построении планов полного факторного эксперимента и основ обработки и анализа результатов экспериментального исследования</p> | <p>Знание принципов планирования эксперимента для решения задачи интерполяции при построении планов дробного факторного эксперимента и основ теории вероятностей и математической статистики</p> | <p>Знание принципов планирования эксперимента для решения задачи оптимизации и знание основ получения и оценки адекватности статистических моделей регрессионного анализа высоких порядков</p> |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>Умение</b><br>применять основы планирования эксперимента для решения задачи построения оптимальных планов экспериментальных исследований, основы обработки и анализа результатов экспериментальных исследований и получения адекватных моделей регрессионного анализа | Умение применять основы планирования многофакторного эксперимента при построении планов полного факторного эксперимента и основы обработки и анализа результатов экспериментальных исследований           | Умение применять основы планирования эксперимента для решения задачи интерполяции при построении планов дробного факторного эксперимента и основы теории вероятностей и математической статистики           | Умение применять основы планирования эксперимента для решения задачи оптимизации с получением и оценкой адекватности статистических моделей регрессионного анализа высоких порядков               |
| <b>Владение</b><br>навыками основных методов решения задачи построения оптимальных планов экспериментальных исследований, методов обработки и анализа результатов экспериментальных исследований и получения адекватных моделей регрессионного анализа                   | Владение типовыми методами построения планов многофакторного эксперимента при составлении планов полного факторного эксперимента и методов обработки и анализа результатов экспериментальных исследований | Владение типовыми методами построения планов эксперимента для решения задачи интерполяции при составлении планов дробного факторного эксперимента и методов теории вероятностей и математической статистики | Владение типовыми методами построения планов эксперимента для решения задачи оптимизации и методов получения и оценки адекватности статистических моделей регрессионного анализа высоких порядков |
| <b>ПК - 11</b> Способность проводить оценку инновационных потенциалов проектов   |   |   |   |
| <b>Знание</b><br>способов и методов проведения оценки инновационных потенциалов проектов   | Посредственное знание способов и методов проведения оценки инновационных потенциалов проектов   | Знание способов и методов проведения оценки инновационных потенциалов проектов  | Знание способов и методов проведения оценки инновационных потенциалов проектов в полном объеме  |
| <b>Умение</b><br>проводить оценку инновационных потенциалов проектов   | Посредственное умение проводить оценку инновационных потенциалов проектов   | Умение проводить оценку инновационных потенциалов проектов не в полной мере   | Умение проводить оценку инновационных потенциалов проектов не в полном объеме   |
| <b>Владение</b><br>способами и методами проведения оценки инновационных потенциалов проектов   | Посредственное владение способами и методами проведения оценки инновационных потенциалов проектов   | Владение способами и методами проведения оценки инновационных потенциалов проектов не в полной мере   | Владение способами и методами проведения оценки инновационных потенциалов проектов не в полном объеме   |

## РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии

Таблица 2

Распределение фонда времени по видам занятий

| Наименование раздела и темы   | Всего часов | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы) |             |             |             | Коды составляющих компетенций             | Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств) |
|---|-------------|---|-------------|-------------|-------------|---|---|
|   |             | Лекции  | Лаб. работы | Пр. занятия | Сам. работы |   |   |
| <b>Раздел 1. Введение и общая характеристика видов испытаний ГТД</b>                                |             |   |             |             |             |   | ФОС ТК-1 тесты  |
| Тема 1.1. Введение<br>Тема 1.2. Общая характеристика видов испытаний ГТД                            | 8           | 2   | -           | -           | 6           | ОПК-5з, ПК-11з,<br>ПК-11у, ПК-11в         | Текущий контроль  |
| <b>Раздел 2. Измерения при испытаниях двигателей</b>  |             |   |             |             |             |   | ФОС ТК-2 тесты  |
| Тема 2.1. Общая характеристика измерений<br>Тема 2.2. Погрешности измерений                         | 13          | 2   | -           | 4           | 7           | ОК-7з, ОК-7у                              | Текущий контроль  |
| Тема 2.3. Определение оценок случайных погрешностей<br>Тема 2.4. Автоматизация измерений            | 21          | 2   | 8           | 4           | 7           | ОК-7з, ОК-7у,<br>ОК-7в; ОПК-5у;<br>ОПК-5в | Текущий контроль  |
| Тема 2.5. Виды и средства измерений, применяемые при испытаниях двигателей                          | 20          | 4   | -           | -           | 16          | ОК-7з                                     | Оценка уровня освоения студентом учебного материала по модулям 1,2 и 3              |
| <b>Раздел 3. Планирование эксперимента</b>  |             |   |             |             |             |   | ФОС ТК-3 тесты  |
| Тема 3.1. Основные понятия и определения<br>Тема 3.2. Основные принципы<br>Тема 3.3. Главные методы | 14          | 2   | -           | 4           | 8           | ПК-3з, ПК-3у                              | Текущий контроль  |
| Тема 3.4. Решение задачи интерполяции   | 18          | 2   | 4           | 4           | 8           | ПК-3з, ПК-3у,<br>ПК-3в; ОПК-5у;<br>ОПК-5в | Текущий контроль  |
| Тема 3.5. Решение задачи оптимизации  | 14          | 2   | 4           | -           | 8           | ПК-3з, ПК-3в;<br>ОПК-5у; ОПК-5в           | Оценка уровня освоения студентом учебного материала по модулю 4                     |
| Экзамен   |             |   |             |             |             |   | ФОС ПА – комплексное задание  |
| <b>Итого</b>  | <b>108</b>  | <b>16</b>   | <b>16</b>   | <b>16</b>   | <b>60</b>   |   |   |

## **РАЗДЕЛ 3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **3.1.1 Основная литература**

1) Рыжков И. Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2013. – 224 с. – режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/30202>.

#### **3.1.2 Дополнительная литература**

2) Марчуков Е. Ю., Онищик И. И., Рутовский В. Б., Таран Е. М., Черкез А. Я. Испытания и обеспечение надежности авиационных двигателей и энергетических установок. – М.: Издательство МАИ им. С. Орджоникидзе, 2004. – 334 с.

3) Григорьев В. А., Кузнецов С. П., Гишваров А. С., Белоусов А. Н., Бочкарев С. К., Ильинский С. А., Шепель В. Т. Испытания авиационных двигателей. – М.: Машиностроение, 2009. – 504 с.

4) Черкез А. Я., Онищик И. И., Овсянников В. А., Таран Е. М., Рутовский В. Б. Испытания воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1992. – 304 с.

5) Гишваров А. С. Многокритериальное планирование эксперимента при исследовании технических систем. – Уфа: Изд. «Гилем». 2006. – 327 с.

6) Солохин Э. Л. Испытания авиационных воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1975. – 355 с.

7) Адгамов Р. И., Беркеев М. М., Заляев И. А. и др. Автоматизированные испытания в авиастроении. – М.: Машиностроение, 1989. – 232 с.

8) Шибанов Г. П., Адгамов Р. И., Дмитриев С. В., Кожевников Ю. В. Автоматизация испытаний и контроль авиационных ГТД. – М.: Машиностроение, 1977. – 280 с.

9) Леонтьев В. Н., Сиротин С. А., Теверовский А. М. Испытания авиационных двигателей и их агрегатов. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.

10) Скубачевский Л. С. Испытания воздушно-реактивных двигателей. – М.: «Машиностроение», 1972. – 228 с.

11) Васильев В. И., Гусев Ю. М., Иванов А. И. и др. Автоматический контроль и диагностика систем управления силовыми установками летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

12) Гуревич О. С., Гольберг Д. Ф., Селиванов О. Д. Интегральное управление силовой установкой многорежимного самолета. – М.: Машиностроение, 1993. – 304 с.

13) Месарович М., Такахара И. Общая теория систем: математические основы. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

### **3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **3.2.1 Основное информационное обеспечение**

1. Варсегов В. Л. «Экспериментальное исследование авиационных двигателей» [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов» ФГОС 3+ (РДЭУ) / КНИТУ-КАИ, Казань, 2015 – доступ по логину и паролю. URL:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id= 248156\\_1&course\\_id= 13459\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id= 248156_1&course_id= 13459_1)

### **3.3 Кадровое обеспечение**

#### **3.3.1 Базовое образование**

Высшее образование в предметной области авиационных двигателей и/или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области авиационных двигателей и/или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

#### **3.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по экспериментальному исследованию авиационных двигателей, выполненных в течение трех последних лет.

#### **3.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области экспериментальных исследований на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее методикам проведения экспериментальным исследований и теории авиационных двигателей.

### Лист регистрации изменений и дополнений

| № изменения | Дата внесения изменений, проведения ревизии | Номера листов | Документ, на основании которого внесено изменение | Краткое содержание изменений | Ф.И.О., подпись |
|-------------|---|---------------|---|------------------------------|-----------------|
| 1           | 2   | 3             | 4   | 5                            | 6               |
| 1           |   |               |   |                              |                 |
| 2           |   |               |   |                              |                 |
| 3           |   |               |   |                              |                 |
| 4           |   |               |   |                              |                 |
| 5           |   |               |   |                              |                 |
| 6           |   |               |   |                              |                 |
| 7           |   |               |   |                              |                 |
| 8           |   |               |   |                              |                 |
| 9           |   |               |   |                              |                 |

